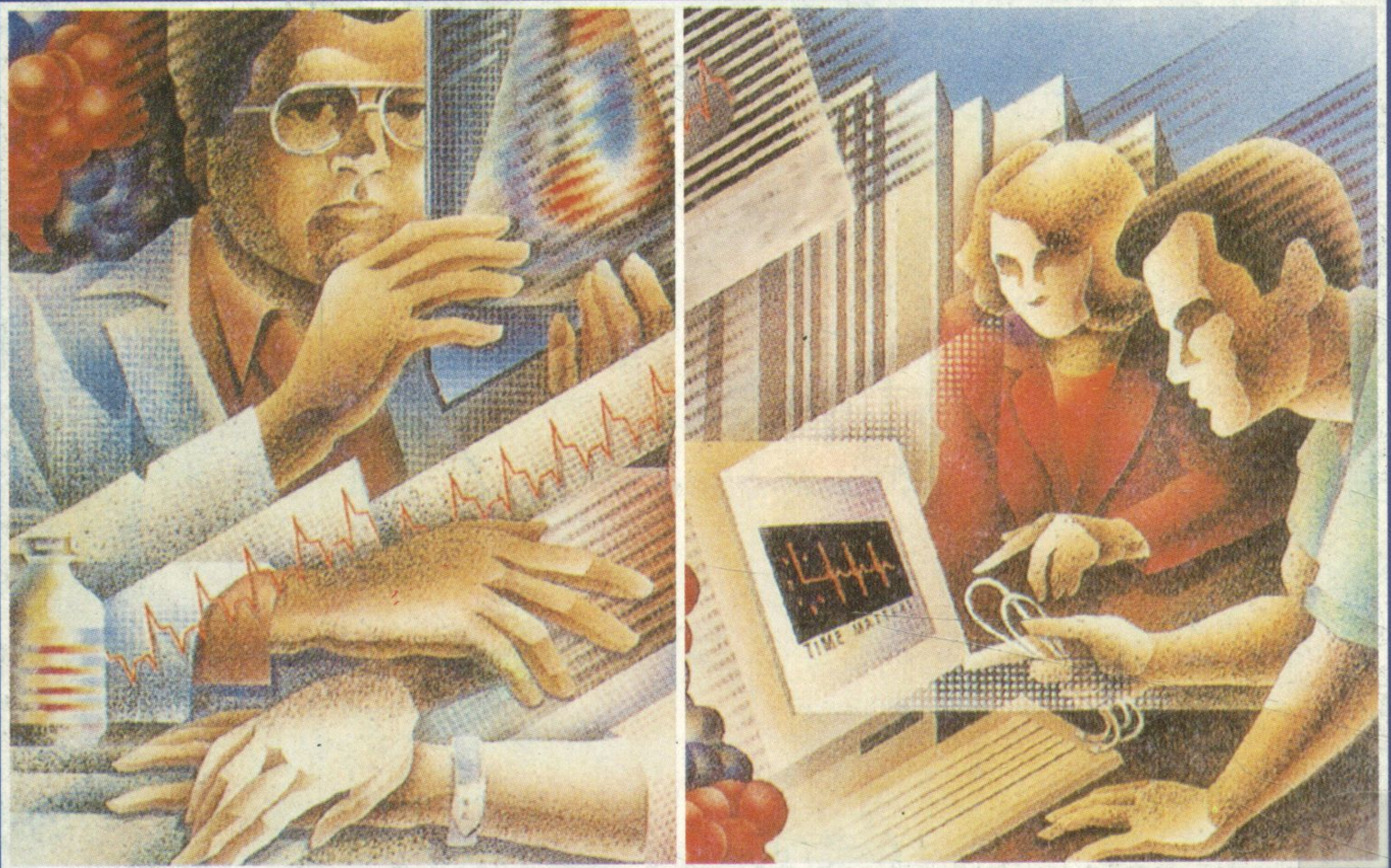


تعلّم العلم
في القرن الحادي والعشرين



نخبة من العلماء والمربين
ترجمة: مصطفى إبراهيم فهمي
خاتمة للعالم: ليون ليدرمان
الحائز على جائزة نوبل

دار العين للنشر

تعلّم العلم

في القرن الحادي والعشرين



تعلم العلم

في القرن الحادي والعشرين

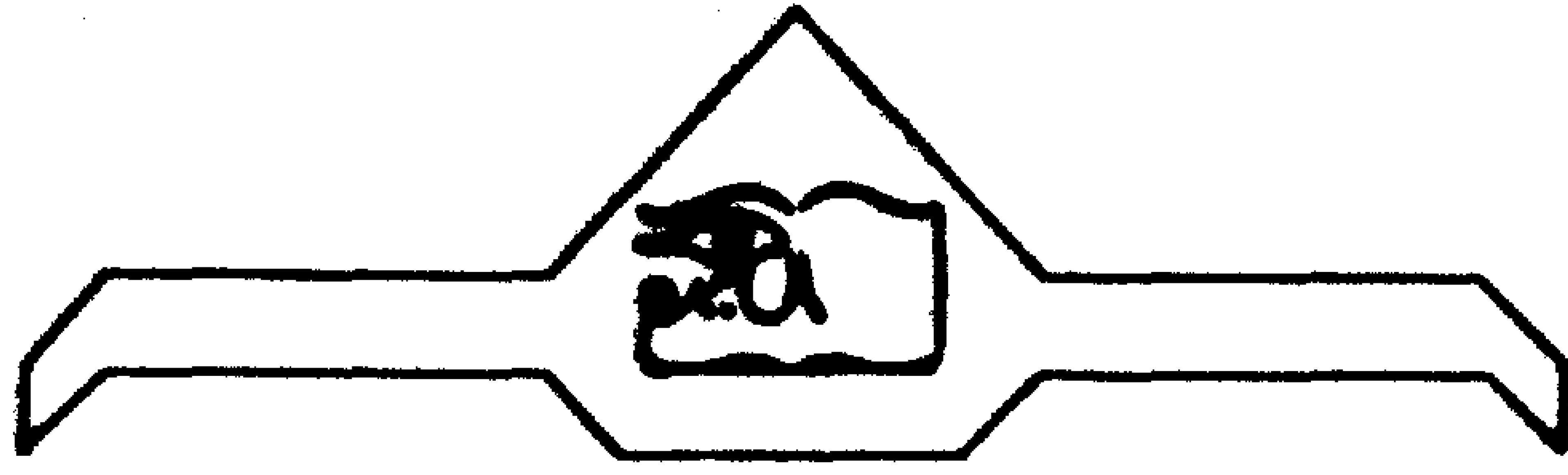
نخبة من العلماء والمربين

ترجمة: مصطفى إبراهيم فهمي

الطبعة الأولى ٢٠٠٤

دار العين للنشر
97 كورنيش النيل ـ روض الفرج
ت فاكس ٤٥٨٠٩٥٥ ـ ت ٤٥٨٠٣٦٠
E mail :elainco2002@yahoo.com
رقم الإيداع : ٢٠٠٤/١٠٥٠٨

دار العين للنشر



تعلّم العلم
في القرن الحادي والعشرين

نخبة من العلماء والمربين

ترجمة: مصطفى إبراهيم فهمي

خاتمة للعالم: ليون ليدرمان

الحائز على جائزة نوبل



المحتويات

الصفحة

الصفحة

الصفحة

مقدمة المترجم

يُعد هذا الكتاب بالفعل وثيقة تعليمية تتناول بصفة عامة مشاكل تعليم العلوم الأساسية ، أى الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا والرياضة ، كما تتناول بصفة خاصة مشاكل تعليم الفيزياء . والكتاب عندما يتناول هذه المشاكل لا يكتفى بتوصيفها ولكنه يتناول جوهرها وأساسها ، بمعنى أنه يتناول فلسفة تعلم هذه العلوم و الغرض من تعلمها ، والمنهج أو المناهج التى ينبغى اتباعها فى ذلك . ثم يبين الكتاب الطرائق العملية لحل هذه المشاكل ابتداء من الطالب والمدرس، ثم المدرسة وفصولها ومعاملها وإدارتها ومبانيها ، ووصولا إلى كبار العلماء ودورهم الذى يفرض عليهم مشاركة الطلبة والمدرسين فى العلم والتعلم . يورد الكتاب العديد من الأمثلة عن الحلول العملية التى تم تنفيذها بالفعل مع تحليلها وتقييمها وذكر وسائل تعديلها وما يلزم من آليات متواصلة لذلك . من ذلك مثلا أن أغلب الطلبة لا يقبلون على دراسة علم الفيزياء وإن كان جد مهم لتقدم العلم والمجتمع فى أى دولة . والطريقة المثلى لأن يستمتع الطلبة بدراسة الفيزياء ويقبلون عليها العمل على ربط هذا العلم بحياتهم اليومية وبأحداث آخر اكتشافات علمية ، وأن يمارس الطلبة العلم ممارسة عملية مباشرة بأيديهم فى المعمل . كما تترك لهم حرية التساؤل ومحاولة الاجابة عن الأسئلة بأنفسهم بإنشاء التجارب والاخطاء فيها ومراجعة ذلك نقديا ومعاودة التجربة حتى تنجح . كما أنه ينبغى ان يتشارك الطلبة فى مشروعات البحث معا ليتعلموا العمل كفريق لأن النشاط الفردى لم يعد الآن ينتج علما كبيرا مفيدا . وإذا كان رونتجن فى أواخر القرن التاسع عشر قد اكتشف أشعة إكس وهو يعمل وحده فى بدروم منزله ، الا أن أبحاث الهندسة الوراثية والفيزياء الآن يشارك فيها العشرات من العلماء الذين يعملون معا فى بحث واحد متكامل ويوقعون جميعا بأسمائهم على ما ينشر من أوراق علمية عن البحث .

أحد الأمثلة الأخرى لمشاكل تعليم العلم هو أن هناك شكوى حتى فى الولايات المتحدة من أن المناهج تؤدى إلى التركيز على تلقين المعلومات ليحفظها الطالب ليؤدى بها الامتحان . فى حين أنه حتى يرتقى تعلم العلم يجب أن يتعلم الطالب كيف يستخرج المعلومات بنفسه من الممارسة العملية والنقاش الحر . وينبغى ان يربى فى الطالب ملكات النقد والشك والقدرة على إصدار القرار بنفسه سواء فى المشاكل العلمية إن كان سيتخذ العلم مهنة ، أو حتى فى حياته العادية اليومية إن كان لن يتخصص فى العلم . ومن المهم أن يتخرج الطالب من مرحلة التعليم الأساسى وقد أصبحت لديه القدرة على أن يواصل تعلم العلم بنفسه طول حياته وليس فى المعاهد العلمية فقط . والمقصود هنا بالطبع الإلمام بالثقافة العلمية وليس القيام بدراسة العلم الخالص .

يتحدث الكتاب أيضا عن تجربة رائدة رائعة أفادت أبلغ فائدة فى تعلم العلوم ، وهى نزول كبار العلماء بأنفسهم ، وعلى نحو منتظم منهجى ، إلى المدارس الإبتدائية والثانوية حيث يعايشون الطلبة ويشاركونهم ويناقشونهم فى دروسهم العلمية النظرية والعملية. ويرتبون لهم جولات وندوات دراسية فى المؤسسات العلمية الكبرى كمعامل معجلات الجسيمات والمراصد الفلكية، ومعاهد البحوث عامة. ثم هناك المدرسون ايضا الذين يجب أن ينالوا حظهم أيضا من التثقيف فى العلوم الأساسية وتحديث معلوماتهم عنها حيث تتقدم هذه العلوم بسرعة مذهلة . هذا وهناك معاناة على نطاق العالم كله من قلة عدد مدرسى العلوم الأساسية المؤهلين لتدريس هذه العلوم ، حتى أنه يعهد أحياناً إلى مدرسى الألعاب الرياضية بتدريس الحساب والجبر مثلا فى بعض المدارس القصية أو المهملة فى الولايات اللمتحده !

ألف الكتاب نخبة من العلماء حاز العديد منهم جائزة نوبل وكذلك نخبة من رجال التربية والتعليم المرموقين لأبحاثهم ، وكلهم تقريبا من

الولايات المتحدة . وبالتالي فإنهم يتناولون مشاكل تعلم العلوم في بلدهم ، ولكنهم يتناولون هذه المشاكل من جذورها المنهجية الأساسية بحيث يصلح تطبيق ما يذكرونه على مشاكل التعليم في أي دولة من العالم . وهكذا نجد أن دولا نامية كالهند والصين ودولا متقدمة مثل فرنسا ، قد طبقت الكثير من المناهج الواردة في الكتاب في بلادها ، مع إجراء التعديلات المناسبة للظروف المحلية لكل بلد . وقد صدر الكتاب في مناسبة عيد الميلاد الثمانين للعالم الفيزيائي ليون ليدرمان الحائز على جائزة نوبل في فيزياء الجسيمات تحت الذرية . ولم يكتف هذا العالم الكبير بأن يوجه ماله من عبقرية للأبحاث العلمية ، ولكنه وجهها أيضا إلى بذل جهود رائعة في العمل على الأرتقاء بتعليم العلم ، ووضع لذلك نظريات طبقها عمليا فيما أنشأه من برامج تدريسية ومعاهد ألحقها بمعجل فيرمي الذي يعمل فيه ، وهو أحد أكبر معجلات الجسيمات في الولايات المتحدة . وقد أنشأ هذه البرامج والمعاهد لتدريب الطلبة هم والمدرسين على العلوم الأساسية ، وكذلك لتدريب العلماء أنفسهم على تدريس هذه العلوم، وحشد لذلك عشرات من العلماء والباحثين في معمل فيرمي. ومؤلفو هذا الكتاب حين كرسوه لتكريم ليدرمان لم يلجأوا في ذلك إلى تمجيده بأكاليل الغار وقلائد المدح ، فلا يوجد في الكتاب من ذلك إلا أقل القليل ، وإنما مجدوا الرجل بتأصيل نظرياته في تعليم العلم وتقييم تطبيقاتها إن ايجابا أو سلبا بحيث أصبح الكتاب بالفعل وثيقة شاملة لتعليم العلم لاغنى عنها لأي دولة ترغب حقا في أن يرتقي فيها تعلم العلم .

د. مصطفى ابراهيم فهمي

تمهيـــــد

يتكون كتاب " تعلم العلم فى القرن الحادى والعشرين " من مجموعة فريدة من المقالات كتبتها مجموعة من المرموقين من الباحثين ورجال التعليم والعلماء احتفاء وتمجيدا للدكتور ليون ماكس ليدرمان . ظل ليدرمان لزمن طويل نصيرا متحمسا لتعليم العلم ويتحدى رجال التعليم والطلبة والعلماء وواضعى السياسات لإحداث تغيير ثورى على أقصى مستوى يؤسس لهذا الهدف . ونحن من خلال مقالات هذا الكتاب المستفزة نحس جميعا بأن هناك تحديا يواجهنا حتى نفكر فى الطرائق لإحداث تحول فى نظامنا التعليمى الحالى فيما يختص بالعلم وظروف التعليم والتدريس حتى ننمى مجتمعا أكثر تعلما من الناحية العلمية .

التنظـــيم

دُعى المؤلفون المساهمون فى الكتاب إلى تناول قضايا تعلم العلم مثل قضية ما هو العلم الذى ينبغى أن يعرفه كل فرد وبأى قدر يكون ذلك؟ كيف ينبغى أن يكون تعليم العلم وممارسته ؟ كيف نعد مدرسى العلم؟ ثم هناك العلم كمسعى بشرى . وقد كتب المؤلفون هكذا فى موضوع يتحمسون له . وطبيعى أن تتركز المقالات حول قضايا خطيرة عن إتاحة الوصول وإتاحة الفرص ، وإعادة تشكيل أطر التعليم والتدريس، وشئون الإدارة ، والسياسة الجماهيرية . ونحن ندعو القارئ لاستكشاف هذه القضايا من خلال أصوات العلماء والباحثين ورجال التعليم الذين أسهموا فى هذا الكتاب .

الجزء الأول " توسيع الدعوة لدراسة العلم " يتناول الحاجة للتأكيد على أن يكون تعليم العلم على أسس متينة أمرا متاحا ويمكن أن يتوصل إليه كل الأفراد. ولا يقتصر الأمر على وجود الحاجة إلى المعرفة العملية وإنما هناك أيضا حاجة إلى وجوب دعوة المزيد من الطلبة لدراسة العلم ، خاصة

أولئك الطلبة من الفئات التى تقل تقليديا الأعداد الممثلة لها فى دراسة العلوم. ونجد فى الجزئين ٢ و ٣ ، وهما "إعادة تشكيل إطار تعليم العلم " و " إعادة تشكيل إطار تدريس العلم " ، أن هناك طرحا للأفكار تجعل العلم الذى يدرس أمرا له معناه الأكبر عند دارسيه . وإذا كان "ما الذى" يدرس أمرا مهما ، فسنجد أيضا أن كيفية تدريس العلم هى التى تحدد ما سيكون عليه الطلبة فى المستقبل من اهتمام بالعلم ونجاح فيه . ويتناول الجزء الرابع "الشئون الإدارية للعلم" . وفى الجزء الخامس " ما بعد المدارس ؛ فك غموض العلم فى السياسة الجماهيرية " يتم تناول قضية فهم الجمهور للعلم والتأكيد على أن مسئولية تعلم العلم لا تكمن فحسب فى نظامنا التعليمى إنما تكمن أيضا فى علمائنا وصناع سياساتنا .

يوفر لنا الجزء السادس ، وهو "وصية ليدرمان عن التعليم " نظرة خاطفة على ثلاثة مشروعات تعليمية مختلفة جداً وموجودة حالياً ، ويرجع وجودها إلى حد كبير إلى ما لدى ليون ليدرمان من رؤية وإصرار ونفوذ، وتتضح بصمته الدامغة التى لا تُمحى فى هذه المؤسسات التى تهدف لتقدم تعلم العلم . وتشكل هذه الكيانات التعليمية نماذج للمقاييس المهمة لتحسين التعلم العلمى : بإتاحة الوصول ، والدعوة، والتدريس والتعليم التحولى ، والشئون الإدارية، والعناية بالسياسة الجماهيرية .

تم التفكير فى كتاب " تعلم العلم فى القرن الحادى والعشرين" كهدية عيد ميلاد مفاجئة لليون ليدرمان فى عيد ميلاده الثمانين . وتآمرت علينا جداول الأعمال المشحونة والعاملين بالنشر بحيث أنه على الرغم من الانتهاء من مخطوطة الكتاب قبل الاحتفال بعيد ميلاد ليون بزمن له قدره إلا أن الكتاب لم يصبح جاهزا بالفعل فى شكله المطبوع إلا بعد الاحتفال بشهور عديدة . وعلى أن هذا ، مصحوبا بمرونة دار كتب بروميثيوس ، أتاح لنا الفرصة لأن نضيف كلمة نهائية فى الكتاب ، هى كلمة من ليون

ليدرمان نفسه ، الذى يتحدث بكل فصاحة وحماس عن الحاجة إلى جمهور متعلم علميا . وإذا كان يبدو غريبا بعض الشئ أن نطلب من الرجل أن يساهم فى هدية له هو نفسه ، إلا أن اهداء هذا الكتاب لقرائه ولمجتمعنا كان سيبدو ناقصا من غير حكمة ليون وروحه الفكهة . سيجد القارئ أيضا خلال الكتاب كله بعض رسوم فيها نزوات شكّلها ليون ليدرمان من أجل أحاديثه الكثيرة لدعم تعلم العلم .

((شكر))

نود أن نشكر المؤلفين الذين ساهموا فى الكتاب لما منحوه من وقت وخبرة . وهم حقا بعض من قمم قواد العلم فى زمننا ، ومع ذلك فقد قدموا لنا بسخاء حكمتهم وتبصراتهم .

لايمكن إنجاز كتاب بهذا الحجم دون مساعدة من أفراد كثيرين. ونود أولاً أن نشكر دنيس كوينك وكاثى ثوليس لمساعدتهما بخبرتهما . ونود أن نشكر من العاملين فى دار كتب بروميثيوس محررة التنفيذ لندا جرينسبان ريجان ، ومحرردة الإنتاج كريستين كرامر ، والمخرجة الفنية جاكلين كوك، وذلك لصبرهن فى مساعدتنا.

ستيفانى بيس مارشال
جوديث أ. شيبلر
مايكل ج. بالميسانو

مقدمـــــة

ستيفانى بيس مارشال ،

و جوديث أ. شيبلر ،

و مايكل د. بالميسانو

يتقدم العلـم فـى القرن الحـادى والعشـرين بسـرعة تسبق علـى نحـو متزايد نمو الحكمة اللازمة لاستخدام المعرفة المكتشفة حديثا من أجـل خـير الجماهير واستدامة كرتنا الأرضية . ويثير هذا أسئلة خطيرة بشأن التفهمـات العلمية الأساسـية لكل المواطنيـن . فـالأمن القومـى ، والحيويـة الاقتصاديـة وصحـة ورفـاه العـائلات والمجتمعـات ، كلهـا أمـور تتطلـب تفهمـا للعلـم بمسـتويات تـتزايد عمقـا . هـل يمكـن للتعليـم العـام أن يعززمبدأ تعلـم العلـم للجميع ؟

ومـع أنـه قـد نتـج عـن اصلاحـات التعليـم فـى العقـد المـاضى نتـائج متضايفة، إلا أن مـا وعـدت بـه هـذه الإصـلاحـات مـن التـأكيد علـى أن كـل الطلبة سيكتسبون ما هو ضرورى من المعرفة والمهارات لهو وعد أبعد من أن يكون قد تحقق . وقد تبين أن أداء طلبة الولايات المتحدة حسب التقييمات الدولية عن معارف العلم ومهاراته لهـو أداء مخيـب للآمـال وغـير مقبـول . ويعجز الطلاب فى أعداد تزيد عمـا ينبغـى عـن الإيفـاء بالتوقعـات المحـددة حسب مقاييس تعلم العلم فى الولاية وفى الدولة ، ويزيد الطلبة الذين لا يفون بهذه المقاييس بين طلبة الأقليـات والطلبـة الفقـراء بـأعداد فيهـا عدم تناسـب هائل.

يضيف إلى هذه المشكلة ، أن الموشرات الحالية للانجاز والنجاح – تقييمات الولاية ، وامتحانات المرجعية المعيارية(*) ، واختبارات القبول بالكليات – كلها مقاييس غير وافية لتعلم العلم . ففى حين أنها كلها تؤكد على اكتساب محتوى المعارف والمهارات ، إلا أنها لا تعطى إلا أقل إعتبار لتوليد المعرفة ، وتقييم المعلومات ، والتطبيقات الأخلاقية للمعرفة على مشاكل وقضايا العالم الواقعى . كما لا يوجد أيضا تقدير للأبحاث والاستكشافات الضرورية للعلم . بل سنجد حتى بالنسبة للطلبة الذين يحسنون الأداء حسب المقاييس الجارية للإنجاز ويستمرون حتى الحصول على الدرجات الجامعية، سنجد أدلة متزايدة تطرح أنهم يتخرجون وتفكيرهم يضرب بجذوره فيما هو ساذج من الأفكار الخاطئة عن العالم الطبيعى (سنيبز وسادلر ١٩٨٧ ، جارديز ١٩٩١ ؛ بركنز ١٩٩٢) .

هناك خلاف كبير على ما يكونه العلم الذى ينبغى أن يعرفه كل فرد وبأى مقدار يكون ذلك . وتحتشد برامج دراسة العلم بالحقائق والمعلومات ولكنها كثيرا ما تهمل الحاجة لتربية القدرة على تقييم المعلومات وتطبيقها . ويُضحى بتربية الفضول ونزعة البحث الشاك اللازمين لصياغة العقل علميا وذلك فى سبيل نوع من فهم سطحى عريض . تساق المناهج الدراسية فى كتب دراسية كثيرا ما ينقصها التحديث والعمق والتركيز والفاعلية والدقة . وتذكر "الدراسة الدولية الثالثة للرياضيات والعلم" أن الكتب المدرسية تتميز بأنها "لها عرض ميل وعمق بوصة" (المجلس القومى للبحوث ١٩٩٦) . بل ونجد حتى أن تأثير اصلاحات الولايات والاصلاحات القومية يقتصر على إضافة المزيد من المحتوى للموضوعات التقليدية ، وهكذا تزداد المشكلة تعقيدا وتقل فرصة المشاركة فى استكشاف العلم .

(*) المرجعية المعيارية هى مقارنة الطالب بمتوسط بما يكون عليه نظرائه فى أحدى المواد. (المترجم)

تتفاقم مشكلة إنجاز الطالب نتيجة قضايا نقص المدرسين ونوعيتهم. وتظل لدينا مشكلة بلا حل ، هى ما يوجد من حاجة طال بها الزمن لزيادة عدد مدرسى العلم المؤهلين جيداً . ويتلقى ما يزيد عن ثلث طلبة أمريكا دروس العلوم بواسطة مدرسين لايفون بالحد الأدنى من الشهادات اللازمة . ويكون الوضع أسوأ فى مدارس حضرية وريفية كثيرا ما يحدث فيها أن يتلقى الطلبة الفقراء وطلبة الأقليات دروس الرياضيات والعلم بواسطة مدرسين أقل تأهيلا . وبالإضافة فإنه يحدث ببساطة أن خطوط ضخ المدرسين لا يوجد بها أعداد من طلبة العلم تكفى لتوفير الطلب على مدرسى العلم المؤهلين.

هناك دعوة لتنفيذ إجراءات لزيادة تعلم العلم ، ذُكرت على أحسن وجه فى "تقرير للأمة من اللجنة القومية لتدريس الرياضيات والعلم فى القرن الحادى والعشرين "حيث يقول :

> "وباختصار ، فإن أطفالنا يفقدون القدرة على الاستجابة ليس فحسب للتحديات التى تواجههم بالفعل فى القرن الحادى والعشرين، بل ويفقدون أيضا القدرة على الاستجابة لأمكانات القرن . وقد فشلنا فى أن نوجه اهتمام شبابنا إلى الأفكار العلمية والرياضية . ونحن لانعلمهم بمستوى الكفاءة الذى سيحتاجونه ليعيشوا حياتهم وليشتغلوا فى أعمالهم بطريقة انتاجية . ولعل أسوأ ما فى الأمر، أننا لا نتحدى خيالاتهم تحديا فيه العمق الكافى."(١)

ونحن نطرح السؤالين التاليين من خلال هذا السياق : *"إذا كان أى شئ قابل للتخيل أمرا ممكنا ، وإذا لم يكن هناك قيود من أى نوع، (١) فماذا يتطلب الأمر بالنسبة لكل الطلبة حتى يكتسبوا قاعدة قوية من المحتوى*

المعرفـي ومـن المهـارات، المهـارات لاكتسـاب وتوليـد معرفـة جديـدة، والمهارات لتقييم وتطبيـق المعرفـة فـي القضايا الأكاديمية وقضايا العـالم الواقعـي ؟ (٢) مـاذا يتطلـب الأمـر لإعـادة إلهـاب الفضـول النظـري للطلبـة ولتغذية نزوعهم للاستشكاف والاكتشاف ؟ "

حتى يكتسب الطلبة هذه القدرات ، سيحتاج صناع السياسة ، ورجـال التعليم ، والعلماء ، والجمهور العام إلى الإلتزام بالنهوض بنتائج التعليم التـي ترعى الفهم العميق والمهارات والنزوعات اللازمة لصياغـة العقـل العلمـي. ويجب إعادة تشكيل إطار ما يسود من تأكيد على أكتسـاب المعرفـة بطريقـة سلبية ، وكذلك التنافس بين الدارسين . فيجـب إدراك التعليـم علـى أنـه فعل إيجابي إرادي يدعمه التحدي ويحبطه التهديد . ويجب إعطاء الأولويـة لفهم فيه تصـور عميق للأفكـار المهمـة ، وللقـدرة علـى تمثل المعرفـة ، وعلـى التفكير التكاملي. ويحتاج الطلبة إلى أن تكون لهم ممارسات مباشرة بـالبحث والاستدلال ، والتجريب ، وجمع البيانات ، والتحليل ، والتثبت من الحقيقة . وهم يحتاجون إلى ممارسة التعلم بمناهج العلوم البينية وتطبيق المعرفة علـى مواقف العالم الواقعي بحيث يصلوا إلى فهم أنفسهم ، وعالمهم ، وموضعهـم فيه . وباختصـار ، سوف تحتـاج المدارس إلـى أن تغير تغيرا أساسيا مـن الطريقة التي يشارك بها الطلبة والمدرسون في العلم ، ويشاركون بها أحدهم مع الآخر حتى يبنى كل الطلبة الأساس لفهم العلم بحيث يخدمهم كدارسين ، وقادة ، وعمال ، ومواطنين – بصرف النظر عما تكونـه خيـاراتهم لحيـاتهم في المستقبل.

سوف تتغير طريقـة العمـل المدرسـي عندمـا يفهم ويدعـم الجمهـور وصناع السياسة والمعلمون الحاجة إلى العناية بالصياغة العلمية لعقـول كـل الطلبة . وحسب كلمات ليون ليدرمان نفسه :

" إننا نعيش فى زمن يتغير فيه عالمنا تغيرا عميقا. لقد حدث بعد ١١ سبتمبر ٢٠٠١ ان اتخذت انشطتنا العادية معنى جديدا وأهمية جديدة . وأحد هذه الأنشطة يجرى تحت باب التعليم العريض . إن عالمنا يُساق بالتغير العلمى والتكنولوجى . ونحن جميعا نعرف أحسن المعرفة إسهامات العلم الأساسية فى مجتمعنا - النمو الاقتصادى ، والنقل ، والاتصالات ، والتغذية ، والصحة ووسائل الترفيه ، والسهولة التى تتاح بها المعلومات . ويقدّر صناع السياسة هم والمواطنون هذه الإسهامات ، ولكن هل هم يفهمون أن العلم يبدأ بالتجربة والخطأ ، وبإشراك الموهوبين من الشباب الذين نالوا ميزة التعليم الجيد وميزة توافر بنية تحتية تطلبت أجيالا لبنائها؟ هل هم - أو هل حقا جمهور المتعلمين بما فيه العلماء، ووسائل الإعلام ، وصناع السياسة - متنبهون للتأثير المعقد للمعرفة والابتكارات الجديدين ، والتى كثيرا ما تكون نتائجهما غير متوقعة بل ومربكة فى توجيهاتها؟"(٢)

تتطلب الديمقراطيات والمجتمع الكوكبى وجود مواطنين متعلمين علميا. لقد ووجه مؤلفوا هذا الكتاب من علماء وباحثين ورجال تعليم بتحدى يطالبهم بأن يستثيروا تفكيرنا . وهم يتناولون حاجتنا لأن نزيد اتاحة وصول كل الطلبة للدراسة العلمية وأن نزيد لهم من فرصها .. وهم يتلمسون السبل لما نحتاجه لإعادة تشكيل إطار برنامج دراسة العلم وطريقم تعليم العلم . وهم يتناولون الحاجة لتنظيم الشئون الإدارية العلمية ولتضمينات السياسة العامة فيما يتعلق بتعلم العلم . وهم يوصِّفون المؤسسات التعليمية التى ألهم بها ورعاها ليون ليدرمان ورؤيته بأن يكون تعلم العلم للجميع .

وهم معا يحتضنون العلم كمسعى بشرى ويفهمون العلم كضرورة بشرية .

الهوامش :

١) وزارة التعليم بالولايات المتحدة ، اللجنة القومية لتدريس الرياضيات والعلم فى القرن الحادى والعشرين ، " قبل أن يتأخر الأمر بأكثر مما ينبغى " (واشنطن العاصمة : مكتب طباعة حكومة الولايات المتحدة ٢٠٠٠) .

٢) تصريح للصحافة صرح به ليون ليدرمان فى ١٤ نوفمبر ٢٠٠١، عند اصدار كتاب " صور لعلماء أمريكيين" ألفه طلبة اكاديمية إلينوى للرياضيات والعلوم وحرره ليون م. ليدرمان وجوديث أ. شيبلر .

المراجع :

Bass, H., Jane B. Kahle, et al. Mathematics and Science Education Around the World: What Can We Learn from the Survey of Mathematics and Science Opportunities (SMSO) and the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) ? Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.

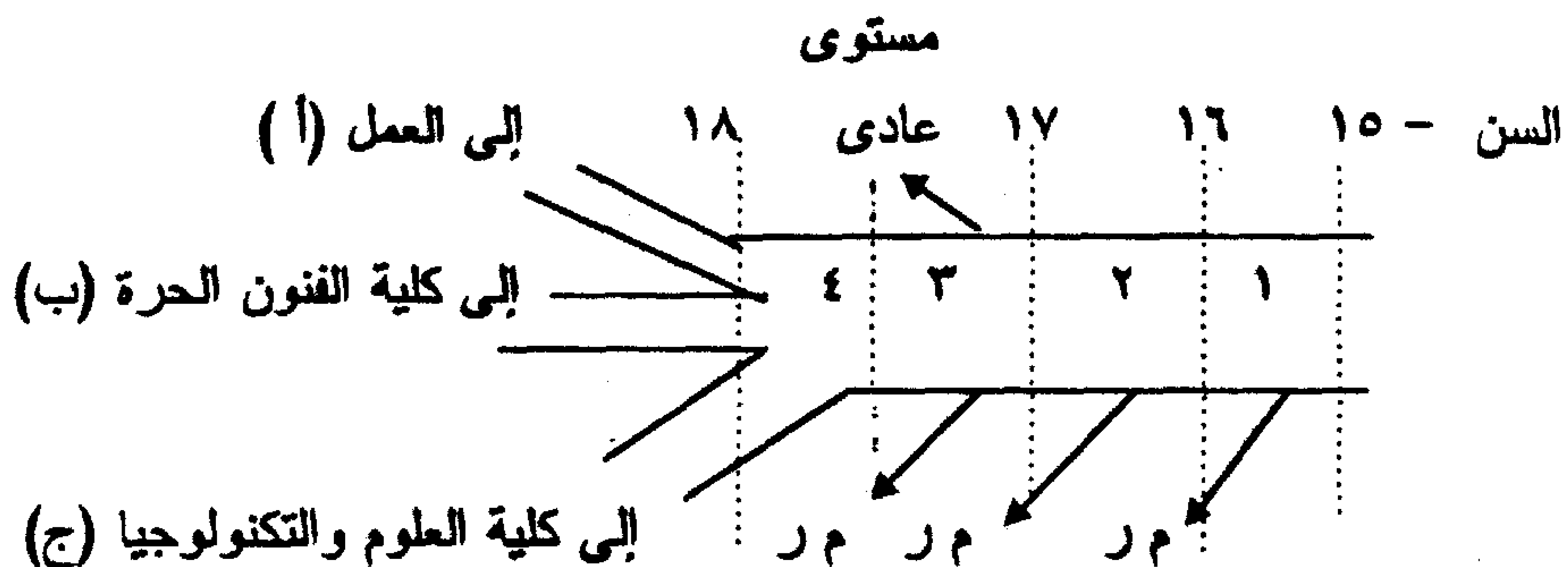
Gardner, Howard. The Unschooled Mind: How Children Think and How Schools Should Teach. New York: Basic Books, Inc., 1991.

Perkins, D. M. Smart Schools: From Training Memories to Educating Minds. New York: The Free Press, 1992.

Schneps, M. H., and P. M. Sadler. A Private Universe. South Burlington, Vt.: Annenberg/Corporation for Public Broadcasting Multimedia, 1987.

تصميم المدرسة الثانوية الجديدة

البرنامج لكل الطلبة



فى السنوات الثانية والثالثة والرابعة يستطيع الفرد أن يتبع التالى :

أ – المدرسة – إلى العمل : كمبيوترات ، تكنولوجيا

ب – العلم والمجتمع

مستوى رفيع (م ر)

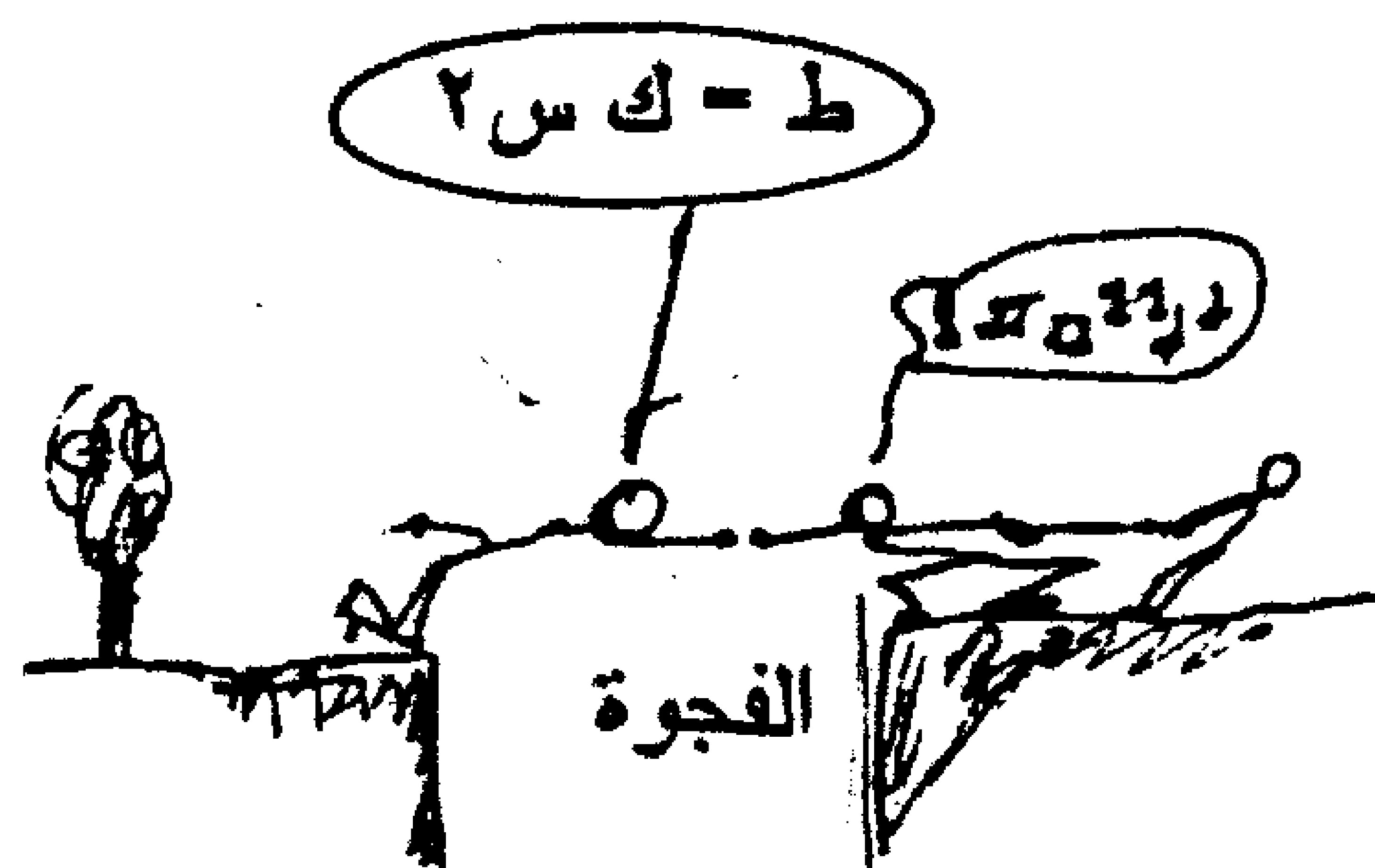
ج – فيزياء ، كيمياء ، بيولوجيا

علم الأرض ، الفضاء ، معامل على أساس مشروعات

الهدف : خريجون منسجمون مع العلم والتكنولوجيا

ويستطيعون أن يكونوا على المستوى فى العالم المتغير لما بعد ٢٠٠٠

الأمل هو بث الطاقة فى العلوم الاجتماعيـة والانسـانيات . وأن تكـون هنـاك دورات تعليمية مشتركة وأن ينفذ ما هو لازم لاغلاق الفجوة ما بين الثقافتين عند الجيل "الصاعد"



المفكرة الخفية

خبرة المدرسة الثانوية

(ربما ٨ – ١٤)

التى تعلم وحدة كل

المعرفة : "التوافق"

الجزء الأول

توسيع الدعوة

لدراسة العلم

فتـــح
أبواب العلم
مارجريت ج. جيلر

تولت مؤسسة فورد فى ١٩٩٥ رعاية سلسلة من المحاضرات العامة عن العلم . و إلى جانب المحاضرات التى ألقيت فى شارع ٢٢ واى فى نيويورك كان المنظمون يطلبون من كل متحدث أن يتناول العشاء مع مجموعة كبيرة من طلبة المدارس الثانوية الذين يدرسون برامج للرياضة والعلوم يرعاها مجلس المدينة رعاية خاصة، وأن يجرى المتحدث لقاءاً اذاعيا فى أقدم محطة راديو فى الولايات المتحدة، وهى محطة WNYC . كان أول طلب عمل قدمته يوم المحاضرهو طلب الحصول على كعك 'باجل' النيويوركى الأصلى ؛ ذلك أن مذاقه و قوامه يختلفان تماما عما فى أى مكان آخر . أخذت كعكة الباجل فى يدى ، وذهبت إلى ستوديوهات WNYC قرب قاعة مجلس المدينة . وكان الشارع حول قاعة المجلس مليئا بالمتظاهرين . كان مجلس المدينة فى ذلك اليوم قد أعلن عن تخفيضات فى ميزانية التعليم . وارتدى الطلبة والمدرسون وغيرهم من المواطنين المهتمين بالأمر شرائط سوداء حدادا على الخسائر.

أجرى ليونارد لوبيت مقابلة معى فى برنامجه بمحطة WNYC، واسمه " نيويورك والصحبة" . وأخذ ببراعته الفائقة كمضيف يوجه حوارنا بسلاسة حول الكون ابتداء من تخطيط إطار لنموذج الانفجار الكبير الساخن ووصولا إلى قصة أبحاثى الخاصة التى ترسم خريطة لتوزيع المجرات عبر مسافات من مئات الملايين من السنوات الضوئية . وأثناء فاصل راحة سألنى إن كان هناك أى شئ قد أغفل ذكره . وطرحت عليه أن يسألنى عن التعليم .

سألنى لوبيت على الهواء لماذا أهتم بحماس بالغ هكذا بالتعليم العام فى مدينة نيويورك فى حين أن حياتى " بعيدة تماماً عنه حيث أنى أتيت من "عائلة من العلماء". وأجبت بأن لى صلة قوية بذلك لأن أبى درس فى مدرسة ستيفسانت الثانوية التى تتبع مجلس نيويورك . وتعليمه فى ستيفسانت كان أساس نجاحه فيما بعد كعالم . وواصلت القول بأنى قلقة من تخفيض ميزانية التعليم العام أكثر من قلقى بشأن القيود المفروضة على ميزانية البحث العلمى . إن العلم نظرة للأمام. وإذا لم يحدث الآن استثمار قوى خلاق يفتح الأبواب لأوجه مستقبل مهنى إبداعى لكل الشباب (بما فى ذلك المستقبل المهنى فى العلم) فسنجد أن البحث العلمى كما نعرفه لن يستمر طويلاً فى المستقبل . ورد لوبيت بأن زملائى فى العلم قد لا يسعدهم أنى أضع التعليم فوق البحث كأولوية فى التمويل العام . وأجبت بأن الولايات المتحدة بلا ريب غنية بما يكفى لتحمل تكلفة الأمرين معا .

كرس ليون ليدرمان سنوات كثيرة للاستيثاق من أن الولايات المتحدة تستطيع ان تتحمل معا تكلفة وجود تعليم ممتاز وكذلك أن تكون فائدة البحث العلمى . وحياته المهنية مثل لتحمل تكلفة الأثنين معا : فإسهامات ليدرمان فى التعليم العام تساوى فى عظمتها إسهاماته فى العلم . وكما أدرك ليدرمان أحسن الإدراك ، فإنه بالنسبة للشباب الذين يريدون أن يصبحوا علماء ، وخاصة علماء فى الفيزياء ، يتم تقريبا تشكيلهم فى قالب للصب عند الوقت الذى يتخرج فيه الطلبة من المدرسة الثانوية . وكثيرا ما نجد أن الطلبة المتخرجين من المدارس الثانوية الأفضل يكون مرانهم فى الرياضة ولغة العلم أقوى كثيرا . كما أن الطلبة الذين يتخرجون من مدارس ثانوية ضعيفة فى الرياضيات والعلم كثيرا ما يكونون على وعى بهذا الضعف . وربما يحدث فى بعض من الكليات والجامعات التى تزيد فيها نزعة التنافس أن تؤدى بعض أمور هينة عن غير قصد إلى تقوية هذه المشاعر بعدم الكفاءة . وقد يعلق بعض الطلبة الذين حسن اعدادهم قائلين : "أنا درست هذه الأشياء

فى المدرسة الثانوية . ألم تدرسها أنت ؟' أو يعلق أحد المعلمين قائلا ، 'هذه أشياء ينبغى أن تكونوا قد عرفتموها فى المدرسة الثانوية " . وهذه الإشارات عن الإعداد " المنحط" تحبط بعض الطلبة الذين لولا ذلك لاستمروا فى دراسة العلم كما أنها تشكل عقبة هامة بالنسبة لآخرين. أخبرنى العديد من الطلبة المتمكنين على نحو مرموق ممن حضروا مقررى التمهيدى عن الفلك/الفيزياء أنهم يسمعون تعليقات من طلبة آخرين ومن كلية الرياضيات والعلوم الفزيائية ، تعليقات تجعلهم يحسون بأنهم معوقون لمجرد أنهم لم يتخرجوا من مدرسة ثانوية مرموقة. وأستطيع أن أشهد فيما يتعلق بهؤلاء الطلبة بأن شعورهم بعدم الكفاءة لم يكن مما يتطابق مطلقا مع قدراتهم ، إلا أنه كان من المستحيل إقناعهم بأن ذلك الباب الذى يبدو مغلقا هو فى الواقع مفتوح . فكانوا يتساءلون ، لماذا يتابعون العمل فى هذه المجالات بينما هناك مجالات أخرى يحسون فيها بالترحيب بهم ؟

ترتبط جودة المدارس الثانوية ارتباطا محكما بالمستوى الاقتصادى لمنطقة المدرسة . وتبين الدراسات أن تعليم الرياضيات والعلوم الفزيائية حساس بالذات بالنسبة لثروة المدرسة .[١] ونجد أن أكبر الفوارق فى إعداد المدرسين بين المدارس الغنية والفقيرة تكون فى الرياضيات والكيمياء والفيزياء . ويؤدى ما يوجد من تفاوتات هائلة فيما بين المدارس الثانوية إلى تضخيم تأثيرات تباين مستوى تعليم والدى الطلبة وتباين المستوى الاقتصادى بدلا من أن تؤدى إلى تسويتها . وكثيرا ما نجد فى الولايات المتحدة أن الخطوط الاقتصادية والعرقية / الثقافية يوجد بينها علاقات ارتباط ، وبسبب ذلك فإن التفاوتات فى جودة المدارس الثانويه لها اسهامها فى الفوارق بين مجتمع عشائر العلماء ومجتمع عشائر سكان البلد . فعلماء الفيزياء فى معظمهم من البيض وفى معظمهم من الذكور .

حتى تتاح فرص أفضل لبعض من الطلبة جد الموهوبين بغير اعتماد على جودة المدرسة الثانوية المجاورة لهم ، قامت بعض المدن الكبيرة من زمن طويل بدعم مدارس ثانوية معينة موجهة توجيها علميا خاصا ن ويتم الدخول فيها بامتحان. ويوجد لدى مجلس مدينة نيويورك ثلاث من هذه المدارس (بما فيها مدرسة ستيفسانت) وكلها تزخر بقائمة مهولة من العلماء الممتازين المتخرجين منها . وهناك اكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم التى كرس لها ليون ليدرمانن سنوات كثيرة خلاقة ، وهذه الاكاديمية تعتمد على ما تمدها به هذه المدارس المتخصصة لمجلس المدينة وتوسع من هذا الإمداد. وتعد هذه الأكاديمية خطوة مهمة لأنها تجذب الطلبة من كل الولاية . وهى تتيح أن يصل لها الطلبة من مناطق شتى تكون لسبب أو لأخر غير قادرة على أن تدعم التعليم الممتاز للعلم ، أو هى ببساطه لا تفعل ذلك . ينبغى أن يكون فى كل ولاية مدرسة ثانوية واحدة على الأقل ترادف أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ، وألا يكون هذا بالنسبة للعلم فقط بل وللآداب أيضا . وربما يؤدى وجود هذه المدارس إلى إلهام أناس آخرين متميزين حتى يكرسوا سنواتهم اللاحقة للتعليم بطرائق مثرية وغير معتادة .

يتشكك نقاد مدارس "الامتحانات " فى حكمة استخدام أداء الامتحان، أو حتى استخدام أداء الامتحان مقرونا بمعايير كيفية بأكثر ، لتحديد من يدخلون هذه المدارس الثانوية الخاصة . ويظل آخرون يتمسكون بالمعايير الكمية الجامدة للاختيار . وهناك بعض مشاكل واضحة تنتج عن استخدام الامتحانات بل وحتى عن أن يطلب من الطالب اتخاذ المبادرة بتقديم طلب للالتحاق . فمن غير المرجح أن نجد التلاميذ من المدارس الابتدائية أو الاعدادية ذات المستوى المنخفض يؤدون الامتحان أداء يماثل فى جودته أداء التلاميذ من المدارس الأفضل . ولعل الاختلاف النسبى فى الأداء لا يعكس قدراتهم وإنما يعكس لاغير الاختلاف فى الإعداد . ويستطيع الآباء أحيانا أن يعوضوا أوجه النقص فى المدارس ، إلا أن قدرة الآباء على القيام

بذلك هى لسوء الحظ مرتبطة بالمستوى التعليمى والاقتصادى وبالتالى فهى فيما يحتمل ترتبط بنوعية المدارس المحلية .

قد يؤدى احتمال سوء الأداء فى الامتحانات إلى تثبيط المشرفين بالمدارس الفقيرة عن أن يقترحوا أن يتقدم أفضل تلاميذهم للالتحاق بالمدارس الثانوية الأكاديمية المتخصصة . كما يقل احتمال أن يكون والدو الأطفال الذين يتعلمون فى هذه المدارس على معرفة بوجود فرص متاحة كما فى اكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم. ومن المرجح أن يصمم الوالدون الأرقى تعليما والأمنون اقتصاديا على أن تقوم المدارس الابتدائية باعداد اطفالهم بحيث تكون لهم القدرة على المنافسة بنجاح للدخول فى أحسن المدارس الثانوية . وهم يشجعون أطفالهم هم أنفسهم على تقديم طلبات للالتحاق فيها . بل إنهم ربما يقيدون أطفالهم لدراسة مقررات خاصة للتدرب على امتحانات القبول. وتوجد فيما يبدو نزعات تحيز محتملة فى شريحة عشائر طالبى الالتحاق قد تؤدى إلى استمرار بقاء الكثير من العقبات التقليدية التى تعوق الاتجاه للمهن العلمية . وتكون هذه العوائق اشد خطرا بالنسبة للطلبة الذين ينتمون إلى عشائر يقل تقليديا عدد من يمثلونها فى المهن العلمية.

هناك ثلاث كلمات أساسية كمفتاح لجذب شتى أنواع الطلبة إلى المدارس الثانوية الاكاديمية المتخصصة ، وهى المعرفة ، والرغبة ، والنجاح . فهناك أولا "معرفة" أن هذه المدارس موجودة . وأحد الطرق الأساسية للاكتشاف حاليا هى شبكة الانترنت . وقد تفحصت من باب الفضول المحتوى والجو بالنسبة لمواقع ويب المتعلقة بما يقرب من عشرين مدرسة ثانوية عامة للعلم . كما بحثت متلمسة مواقع لمدرستين خاصتين فى منطقة بوسطن ، لديهما برامج علمية ممتازة ، وهما أكاديمية فيليب أندوفر وأكاديمية ميلتون . وعموما فقد فوجئت بما رأيته من تباين ملحوظ بين

مواقع المدارس الخاصة والعامة فى هذه القائمة . فمواقع الكثير من المدارس العامة باردة تماما . وكمثل فإن معظمها يعرض صورة فيزيقية للمنشأة بدلا من إظهار تنوع عشائر الطلبة / الكلية . ومن بين المدارس العامة ، وجدت أن مدرسة كارولينا الشمالية للرياضيات والعلوم هى الأكثر لفتا للاهتمام . فهى تبث رسالة شاملة مغرية ليس فيها مطلقا اى تهويل . وهى تقترح على الطلبة المهتمين بالأمر أن يتصلوا بسفير الطلبة ؛ وهذه فكرة رائعة وفيها تشجيع متبصر .

أما موقعا المدرستين الخاصتين ، فيشبهان ذلك فى جو الموقع وإن كان الموقع أكثر فخامة . وتظهر فيهما صور للأفراد ؛ والموقعان غنيان بصور احترافية للتفاعلات الدافئة بين الكلية والطلبة. والناس ، وخاصة الشبان منهم ، يهتمون أكثر الاهتمام بالناس الآخرين . بل إننى حتى الآن مازلت انجذب لصور الأفراد الذين يستمتعون بما يفعلونه أكثر مما أنجذب لمنشئات غير مأهولة أو لأمور تكنيكية بارعة.

وربما يجادل أحدهم بأن الاختلاف الأساسى بين مواقع ويب هذه ناتج عن ثراء المدرسة ، إلا أن موقع مدرسة نورث كارولينا يبين أن موقعا بسيطا أُحسن تصوره يمكن أن يكون جذابا بنفس القدر مثل المواقع الأخرى التى ربما أُنفق عليها مال أكثر. فالاختلافات الحقيقية بين المواقع تكون فى الرسائل الخفية التى تحملها. ووجود صفحة محلية تحمل رسالة بصرية مباشرة قوية تبين الترحيب بمختلف أنواع الطلبة ، قد يكون لها عائدها المطلوب . وعندما يكون هناك موقع غير تقليدى نوعا (مثله مثل الشباب) يوصل رسالة بأن الكلية تعتنى بالطلبة كأفراد ، فإن هذا أمر يستحق على الأقل أن يجرّب .

بعد "المعرفة" تأتى "رغبة" الطالب فى أن يكون جزءاً من مجتمع أكاديمى نشط . وقد تكون الفكرة كلها بالنسبة للكثير من الطلبة فكرة أجنبية

عن خبرتهم فى البيت أو المدرسة . ويحتاج الطلبة إلى أن تكون لهم القدرة على تصور أنفسهم فى مكان مثل أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم أو أكاديمية برونكس للعلم أوأيضا فى أكاديمية ميلتون . ولابد وأن يكون هناك من يشعل فيهم شرارة الاهتمام بذلك ، مثل المدرس ، أو الوالدة أو صديق، أو إتصال أو خبرة غير اعتياديين . واحيانا يأتى الحافز عن طريق اتصال طويل بأفراد عاشوا التجربة . وأحيانا يحدث أن تفاعلا لزمن قصير يوقظ حاجة داخلية أو هو ببساطة يتوطد كحاجة داخلية .

هذا وقد ذهلت مما يبلغنى به الناس عن عدد ومدى الأحداث التى أثارت "تيقظهم" على غير توقع . ومع كل ما يُبذل من الأنشطة المخطط لها بشأن التعليم، كثيرا ما يكون أحد الأحداث غير المتوقعة هو الذى يطلع بدافع داخلى إلى السطح . وفيما أفترض فإن قصة والدى كان ينبغى أن تهيأنى لتقبل الكثير من قصص انعطاف المصير الحاد التى سمعتها . ولكنى بالطبع كنت أعتقد أن قصته التى ترجع لأيام الكساد الكبير ليست بالقصة المثلى لوقتنا الحالى . وسأعيد حكايتها هنا لأنى قد تحققت من أن قصة أبى هى قصة بعض الشباب فى وقتنا الحالى . هناك اختلاف فى التفاصيل ولكن الفكرة الرئيسية متماثلة .

أبى أمريكى من أول جيل ، وقد شب فى الجزء الشرقى الأسفل من مانهاتن ثم بعدها فى شيبسهيدباى. وكان وهو صبى قد أبلى فردة حذائه اليسرى وهو يركب زلاجة القدم (Scooter) متجها إلى فرع المكتبة العامة لنيويورك فى شيبسهيدباى . وتولى صيدلى محلى هو والمكتبة الفرعية تغذية افتتانه بالكيمياء . كان صبيا ذكيا فضوليا يدرس فى مدرسة إعدادية تنقصها الكفاءة . وكما وصف والدى الأمر فقد كان ذات يوم فى دكان أمه لأشغال الإبرة حين وصل إبن عم له . كان لم ير إبن عمه هذا منذ سنوات . وكان ابن عمه يدرس فى مدرسة ستيفسانت الثانوية وأخبر والدى أن المدرسة بها

مقررات مستوى رفيع فى الكيمياء . وربما كان المدرسون فى مدرسة أبى الاعدادية يعرفون شيئا عن ستيفسانت ، ولكنهم لم يخبروه . وعندما كتب أبى سائلا عن شروط القبول بالمدرسة ، أخبرته مدرسة ستيفسانت بأن عليه أن يؤدى امتحانا. ولكنه لم يدخل الامتحان أبدا . فقد تلقى أبى قبل تاريخ الامتحان خطابا يقول أن درجاته فى الرياضيات تكفى وحدها لقبوله .

دخل والدى مدرسة ستيفسانت ولكنه لم يتلق قط مقررات كيمياء المستوى الرفيع ، فقد وجد أشياء أخرى جد كثيرة خلبت لبه فى عالم المدرسة الواسع. وقد أصبح بالفعل كيميائيا متميزا فى حالة الجوامد . وهو يقول ، "كم أحس بالروع إذ أفكر فيما كان سيحدث لى لو أن ابن عمى لم يخبرنى بأمر ستيفسانت".

هناك فى قصة أبى بعض دروس عن النجاح . لايستطيع الطلبة أن ينجحوا إذا لم يوجد من يعطيهم المعلومات عن الفرص المتاحة . ترى ما هو عدد الطلبة الأذكياء الموجودين فى مدارس بلا كفاءة ، والذين لن يستطيع ، أولن يقوم ، والدوهم ومدرسوهم والمشرفون على ارشادهم بأن يساعدوهم على صياغة حلم الدخول فى مدرسة مرموقة وأن يتابعوا حلمهم؟ والدرس الثانى الذى نستفيده من هذه القصة هو عن فتح الأبواب للنجاح . هناك أحدهم فى ستيفسانت قد أدرك أن أبى ، بدون امتحان للقبول ، هو طالب غير عادى وقبله فى المدرسة.

جعلتنى هذه القصة أتساءل عما إذا كان يمكن حاليا أن تُفتح الأبواب بأن نسمح ببساطة لعدد قليل من أفضل طلبة الرياضة والعلم فى المدارس قليلة التميز بالقبول فى المدارس الثانوية الجذابة بالاعتماد أساسا على أدائهم الأكاديمى المتواصل . يُعد إجراء المقابلات أداة للتثبت من موهبة الطلبة ودوافعهم . وبالنسبة لهذه المدارس، قد يكون إجراء تجربة تتوجه لأن نبدأ 'تقليد' إرسال طلبة إلى المدارس الثانوية للرياضة والعلم ، فيه ما يلهم

المدرسين والطلبة معـا . وهنـاك أدلـة وافـرة علـى أن وجـود التحديـات فـى الأهداف والنجاحات الأولى كثيرا ما يؤدى إلى تغيرات جوهريـة فـى إدراك الناس لأنفسهم وللفرص المتاحة لهم . وسنجد أن بعض الطلبة الناجحين فـى مدارس تنقصهـا الكفـاءة أو الميزات من المدارس الابتدائيـة أو المـدارس الإعدادية ، سنجد أنهم ربما سيسعدهم أن يعملوا كسفراء للطلبة .

المدرسة الثانوية بداية وتأسيس . وفتـح الأبـواب للدخـول فـى أفضـل المدارس الثانويـة خطـوة هامـة تجاه فتـح الأبـواب للمهـن العلميـة. يحـدث التطور فى تركيبة المجتمع العلمى ببطء يثير الاحباط . ومع أن هناك ضغط ونقاش لتأييد وجود النساء فى العلم ، إلا أن التقدم هنـا قليـل قلـة مذهلـة من حيث وجودهن فى كليات بمعاهد المرتبة الأولى ، وفـى الأكاديميـات ، وفـى قوائم الحائزين على الجوائز (وخاصة الجوائـز الأكـثر تميزا بمـا فـى ذلـك جائزة نوبل) . أما بالنسبة للعلماء الملونين فإن الوضع أسوأ .

يحتاج الشباب إلى أن يروا مجتمعا علميا متنوعا حتى ينجذبوا إليه. ويحتاج العلم إلى مجتمـع متنـوع لأنـه يزدهـر عنـد وجـود أوسـع مـدى مـن المواهب ووجهات النظر . كما يتوقف دعمه على ما لدى الجماهير من ثقة وإيمان به ، وربما بعض التماهى مع الأفراد الذين يمارسون العلـم، وبعـض الفهم للعلم على أنه مسعى بشرى.

معظـم الشـبان لـم تتـح لهم قـط فرصـة أن يتشـاركوا فـى فضولهـم وأحلامهم مع أحد العلماء . وقد عمل ليون ليدرمان كسفير للعلم فنقـل إلـى الكثير من الشبان الرسـائل عـن إنسـانية العلـم ورعشـة الإثـارة باكتشـافاته . وإنى لآمل أن تفانيه فى ذلك سيؤدى إلـى تشـجيع الأفـراد الذيـن نجحـوا فـى مـدى عريـض مـن المهـن الخلاقـة لأن يتّبعـوا مثالـه. ولا شـك أن اسـتمرار وجودهم وعنايتهم سيؤديان إلى إنتاج الكثير من خبرات 'التيقظ'

الهوامش :

١- أجريت دراسات واسعة على الارتباط بين الاقتصاديات ونوعية المدرسة. ويمكن للقارئ أن يجد المزيد من المعلومات عن ذلك فى الوثائق الحديثة التالية: "حالة الأطفال فى أمريكا" (١٩٩٨) بواسطة صندوق الدفاع عن الأطفال عند موقع http://childrendefense.org، " تقرير عن حالة التعليم " (١٩٩٧) وزارة التعليم بالولايات المتحدة ، و"سنوات واعدة : استراتجية شاملة للتعلم لأطفال أمريكا (١٩٩٦) هيئة كارنيجى بنيويورك ، متاح عند موقع http:www.carnegie.org.

النساء والفيزياء ،
الفيزياء والنساء :
أحجية

شيلا توبياس

لايمكن وجود تعليم علم للسكان فى غياب الاسهام الكامل للنساء فى كل مجالات العلم ، وسبب ذلك أنهن يمثلن ٥٠ فى المائه من السكان وكذلك لأنهن - كزوجات ، وأمهات ، ومدرسات، وكاتبات وشخصيات عامة - يمارسن تأثيرا عميقا ومتزايدا على كل فرد آخر

نشر فى يونيو ٢٠٠٠ تقرير عن "النساء فى الفيزياء" شارك فى تأليفه راشيل أيفى وكاتى ستو ، وتوثق المؤلفتان فى تقريرهما انه على الرغم من تزايد عدد الفتيات الكبير اللاتى لهن بعض ممارسة لدراسة الفيزياء فى المدرسة الثانوية ، وعلى الرغم من أن النساء يحصُلن الآن على أكثر من نصف كل شهادات البكالوريوس فى علوم الحياة ونصف شهادات بكالوريا الكيمياء ، إلا أن الفيزياء فى الولايات المتحدة تستمر فى كونها آخر جبهة متاحة للنساء والفتيات . وبالإضافة ، تستنتج المؤلفتان، أنه يبدو أن أحدا لا يفهم سببا لذلك . فهما تكتبان ان " من الممكن أن النساء مازلن يخبرن تمييزا خفيا ضدهن يؤدى بهن إلى الابتعاد عن الفيزياء ، وأن النساء يخترن مستقبلا مهنيا يقل ارتباطه ارتباطا واضحا بالفيزياء".[1] على أنه قد حدث بعض تقدم. فنجد أنه بحلول نهاية تسعينيات القرن العشرين ، تخرج من عشرين قسم للفيزياء - من الأقسام التى ليست فى كليات بنات - بعض إناث كانت الفيزياء هى مادتهن الأساسية (بمعدل يتراوح من خمس نساء إلى اثنتى عشرة فى السنة ؛ قارن فى ذلك جدول ٢ بجدول ١) . وتوقف ما كان يوجد من تفاوت له معنى احصائيا فى الأجور بالكليات والجامعات . ومع ذلك يظل تمثيل النساء فى الفيزياء "أقل عددا على نحو موجع" ؛ فهن يحصلن على اقل من خُمس درجات البكالوريوس ويحصلن فقط على ثُمن شهادات دكتوراه

جدول (١) : إجمالى كل شهادات بكالوريوس الفيزياء الممنوحة لأفراد الجنسين

م	المعهد الاكاديمى	١٩٩٤	١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧
١	معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا	٧١	٦١	٤٧	٥٨
٢	جامعة هارفارد	٤٥	٥٣	٥٥	٥٢
٣	جامعة واشنطن - سياتل	٣١	٤٢	٣٤	٤٢
٤	معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا	٢٤	٢٥	٢٤	٣٣
٥	روتجرز بجامعة ولاية نيوجيرسى - نيو برونزويك	٢٦	٣٢	٣٢	٣١
٦	جامعة كاليفورنيا بيركلى	٣٣	٣٥	٢٦	٣٠
٧	جامعة كاليفورنيا بلوس انجلوس	٣٢	٣١	٣٦	٢٩
٨	جامعة بريجام يونج، المركز الرئيسى	٣٣	٣٧	٤٢	٢٩
٩	جامعة تكساس فى أوستن	٢٩	٣٠	٣٦	٢٧
١٠	جامعة نورث كارولينا فى تشابل هيل	٢٧	٢٩	٣٠	٢٧
١١	الاكاديمية البحرية للولايات المتحدة	٢٨	٣٠	٢٦	٢٧
١٢	جامعة شيكاغو	٢٩	٢٢	٢٠	٢٤
١٣	جامعة كاليفورنيا - سان دييجو	٣٤	٣٧	٤٦	٢٤
١٤	جامعة مينيسوتا - مدن توين	٢٤	٢٦	٢٥	٢٣
١٥	معهد جورجيا للتكنولوجيا ، المركز الرئيسى	٤٠	٣٧	٣٩	٢٣
١٦	جامعة فرجينا ، المركز الرئيسى	١٣	٢١	٢٢	٢٢
١٧	جامعة ميتشيجان فى آن أربور	٢٢	٢٤	٢٣	٢٢
١٨	جامعة كاليفورنيا - سانتا كروز	٢٥	٢٣	٢٢	٢١

م	المعهد الاكاديمى	١٩٩٤	١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧
١٩	جامعة كاليفورنيا - إرفين	١٩	٢٨	١٨	٢٠
٢٠	كلية وليم ومارى	١٧	٢٧	١٨	٢٠
٢١	جامعة فلوريدا	١٤	١٣	٦	١٩
٢٢	جامعة (أ)و(م) بتكساس ، المركز الرئيسى	٢٠	١٣	٩	١٩
٢٣	كليية نورث جورجيا	١٤	٩	٩	١٩
٢٤	جامعة كولورادو فى بولدر	٢٦	٢٥	٢٠	١٨
٢٥	معهد بوليتكنيك رينسلير	٢٩	٢٣	٣٦	١٨
٢٦	كلية ريد	٨	١٦	١١	١٨
٢٧	جامعة ولاية بنسلفانيا - جامعة بارك	١٩	٣٤	٢٤	١٨
٢٨	كلية لونجوود	١٠	٧	٦	١٨
٢٩	جامعة ولاية إلينوى	١٥	١٩	١٨	١٨
٣٠	جامعة مارى لاند - كلية بارك	٢٨	٢٠	١٣	١٧
٣١	جامعة بورديو ، المركز الرئيسى	٢٦	٢٠	١٥	١٧
٣٢	جامعة ولاية نورث كارولينا- رالى	٢٣	١٤	١٣	١٦
٣٣	كلية هارفى مود	٢٥	٢٩	٢٢	١٦
٣٤	جامعة كارينجى ميلون	٢٤	٢٠	٢٠	١٦
٣٥	جامعة كيس وسترن ريزيرف	٩	١٢	١٦	١٦
٣٦	جامعة كورنيل ، كل المراكز	١٨	٢٥	٢٢	١٦
٣٧	كلية ويتمان	٣	١٣	٥	١٥
٣٨	جامعة ويسليان	٨	١٥	١٣	١٥

م	المعهد الاكاديمى	١٩٩٤	١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧
٣٩	كلية سونى فى جانيسيو	١٢	١٤	١٥	١٥
٤٠	سونى فى ألبانى	١٨	١٥	٩	١٥
٤١	معهد بوليتكنيك فيرجينيا وجامعة الولاية	٢٣	٢٥	١٣	١٤
٤٢	جامعة ولاية أريزونا ، المركز الرئيسى	١٣	١٣	١٥	١٤
٤٣	أكاديمية القوات الجوية للولايات المتحدة	٥٦	١٥	٥٥	١٤
٤٤	جامعة رايس	٩	٢٤	١٤	١٤
٤٥	جامعة برينستون	٢٨	١١	١٨	١٤
٤٦	كلية دارتماوث	١٦	١١	١١	١٤
٤٧	جامعة يوتاه	١٠	١٥	١٧	١٣
٤٨	جامعة ميسورى - رولا	٨	٥	٦	١٣
٤٩	جامعة كاليفورنيا - دافيز	٢٣	١٦	١١	١٣
٥٠	كلية بيتس	١٠	٣	٩	١٣

جدول (٢): شهادات بكالوريوس الفيزياء الممنوحة للإناث

م	المعهد الاكاديمى	١٩٩٤	١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧
١	معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا	١٣	١٢	١١	١٢
٢	كلية برين مور	١٠	٦	٩	١١
٣	جامعة هارفارد	٩	١٣	١١	١٠
٤	جامعة واشنطن - سياتل	٣	٦	٥	٩
٥	روتجرز بجامعة ولاية نيوجيرسى - نيو برونزويك	٢	٦	٢	٩

م	المعهد الاكاديمى	١٩٩٤	١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧
٦	كلية مونت هوليوك	٨	٤	١٠	٩
٧	كلية هويتمان	١	٥	٢	٨
٨	كلية سميث	٣	٦	٤	٧
٩	جامعة نورث كارولينا فى تشابيل هيل	٨	٦	٧	٦
١٠	جامعة ميتشيجان فى آن أربور	٢	٤	٥	٦
١١	جامعة شيكاغو	٥	٤	٢	٦
١٢	جامعة بريجام بونج ، المركز الرئيسى	٥	٧	١٣	٦
١٣	جامعة (أ) و (م) ألاباما	صفر	٤	صفر	٥
١٤	جامعة كولورادو فى بولدر	٩	٥	٦	٥
١٥	جامعة (أ)و(م) فى تكساس، المركزالرئيسى	٦	صفر	١	٥
١٦	الجامعة الجنوبية كلية (أ)و(م) فى باتون روج	١	١	٥	٥
١٧	جامعة بورديو ، المركز الرئيسى	٤	٥	٢	٥
١٨	كلية بارنارد	١	٣	٢	٥
١٩	كلية ويليام ومارى	٣	٦	٤	٥
٢٠	كلية وليام	١	٢	صفر	٤
٢١	كلية ويليسلى	٤	٤	٦	٤
٢٢	جامعة فرجينيا ، المركز الرئيسى	٤	٣	٦	٤
٢٣	جامعة مينيسوتا – مدن توين	٤	٢	٦	٤
٢٤	جامعة كاليفورنيا – سان دييجو	٤	٨	٣	٤
٢٥	جامعة ساسكويهانا	صفر	صفر	١	٤

الفلسفة فى الفيزياء . وإذا قارنا هذا ببلاد مثل الأرجنتين وإيطاليا والفلبين نجد أن تمثيل المرأة فى الفيزياء فى هذه البلاد أكبر كثيرا مما لدينا .

وحسب كلمات شخصية ملك سيام فى إحدى الروايات ، فهو عند عجزه عن فهم أنّا المربية الانجليزية التى استأجرها لتربية أطفاله، يقول "إن هذه أحجية" . عندما نعيد قراءة الكتب والمقالات التى كُتبت فى سبعينيات القرن العشرين حول غياب المرأة عن العلم ، تبدو لنا البيانات وتفسيرها وكأنها قديمة . إلا أننا إذا وضعنا كلمة 'الفيزياء' بدل 'العلم' يظل كل شئ صادقا تماما. لماذا يحدث أن تبدو الفيزياء بعيدا عن متناول نساء الولايات المتحدة من أصحاب القدرات العالية ، حتى بالنسبة لأولئك اللاتى يظهرن موهبة وميلا مبكرين للرياضيات ؟ أوإذا سألنا سؤالنا بطريقة مختلفة ، ما هو السبب فى أن مجتمع الفيزياء فى الولايات المتحدة يقاوم بشدة تجديد تياره الرئيسى ؟ [٢] وما هو السبب فى أن الفيزيائيين ، وان كانوا على مقدرة كبيرة هكذا فى سبر أسرار الكون ، إلا أنهم عاجزون عن فهم طريقة لمعالجة انحراف نظرتهم الجنسانية[*]؟

اجريتُ مجموعة من الاستقصاءات على نطاق واسع ، وإن لم يكن لها تأسيس احصائى ، واستخدمتُ فيها البريد الإلكترونى لسؤال نساء شابات (عمرهن خمسة وأربعون فأقل) ممن ثابرن على اتجاههن فى هذا المنحى . فحصلن على البكالوريوس والماجستير ، كما أن أغلبية المجيبات كن حاصلات على درجات دكتوراه الفلسفة فى الفيزياء والفيزياء الفلكية ، وهن كما تدل على ذلك إجاباتهن قد شعرن بالانجذاب للفيزياء واستمررن فى استمتاعهن بهذا المجال لنفس الأسباب مثل نظرائهن فى السن من الذكور . (هناك امرأة نالت دكتوراه الفلسفة فى فيزياء الأغشية الرقيقة ، وتعمل الآن

---

[*] جنسانية : نسبة للجنسين Gendre أو الذكر والانثى . (المترجم)

أساسا فى أبحاث تعليم الفيزياء وهى تقول : "دخلتُ الكلية وأنا أود إنجاز المقرر التمهيدى لدراسة الطب(*) ، وأنهيت أول مقرر دراسى لى فى الفيزياء لأنه كان مطلوبا . إلا أنى أحببته رغم حقيقة أنه كان مقررا صعبا ، وربما أحببته لهذا السبب.) ولكن حتى عندما تكون هاته النسوة ناجحات حسب المقاييس المعتادة ، إلا أن نجاحهن لايزدهر بنفس السرعة وبنفس المدى مثل الرجال . وتتجمع مشاكلهن حول ثلاث قضايا : بيئة ثقافة الفيزياء التى مازالت تبقى فيها نزعة ذكورية مبالغ فيها ، ويقول البعض منهن أن هذه شبه عقيدة ، هى كما يعتقدن عقيدة فيها نزعة تنافس مدمرة[٣]، بل وحتى فيها نزعة كراهية للنساء [٤] ؛ ثم هناك قضايا حياة العمل التى تفرض العقوبات على الأفراد (وليس على النساء وحدهن) الذين لهم أزواج يعملون ولهم أطفال؛ وأخيرا هناك اساءة معاملة ملموسة تتراوح بدءا من إسقاطهن من الحساب وعدم أخذهن مأخذا جديا بواسطة الأساتذة ، والموظفين ، والزملاء ووصولا إلى أن تكون هناك نزعة صريحة لاحباطهن ، وكرهن ، وأن يتم عن عمد إفساد مسار حياتهن المهنية . وهذه أحاسيس عنيفة من جانب المجيبات ، ما كن ليظهرنها لولا أنى وعدتهن بانى سأحافظ بالكامل على سرية الأسماء .

هناك أحد التفسيرات لهذه الإساءة الملموسة فى المعاملة ، طرحه بطريق غير مباشر الفيزيائى جيرالد هولتون وعالم الاجتماع جيرارد سونرت فى دراستهما فى تسعينيات القرن العشرين لعدد من العلماء الرجال والنساء يصل إلى ٦٩٩ فردا ، تلقوا كلهم منحا لدراسات ما بعد الدكتوراه من المؤسسة القومية للعلوم ، ويقول هذا التفسير ان النساء فى الفيزياء قد بقى حجمهن أقل من حجم الكتلة الحرجة [٥]. ولهذا ثلاثة تأثيرات : ان هؤلاء

(*) تتطلب دراسة الطب فى الولايات المتحدة إجراء دراسات تمهيدية لأربع سنوات فى العلوم الأساسية. (المترجم)

النساء ، بما فيهن الأكثر قدرة – بل وخاصة الأكثر قدرة من بينهن ، يخبرن إحساسا بعزلتهن، احساسا بأنهن شئ مختلف ، احساسا بأن الأنثى تكون "الفتاة الوحيدة فى الفصل " . تعمل جودى فرانز حاليا مديرة تنفيذية للجمعية الأمريكية للفيزياء ، وهى تتذكر أنها كانت تُستبعد من دورات دراسة الفيزياء المتأخرة ليلاً عندما كانت طالبة قبل التخرج فى جامعة كورنيل ، ولم يكن ذلك بسبب تمييز صريح ضدها وإنما بسبب أنها يجب أن تنصاع لقواعد داخلية فى الكلية (ليست مما يجب أن ينصاع لها زملاء الدراسة من الذكور). وهناك تأثير ثانى يظل مستمرا فى مفعوله على من يمتهنون مجالا يقل إمداده بالنساء ، وهو ما يطالَبن به من بذل لوقتهن على نحو غير مناسب – وهذا عامل قد خرجتُ به من لقاءاتى معهن . والتأثير الثالث تأثير نمطى للمعوقات التى تنشأ عند أى مجموعة من الأقليات تنقصها السلطة ؛ فهن لا يتاح لهن التوصل إلى الموارد التى يحتجنها لمساعدة أنفسهن او لمساعدة الآخرين من أمثالهن .

ولّت منذ زمن طويل تلك الأنواع من القواعد الداخلية التى أبقت جودى فرانز حبيسة بعيدا عن مجموعات الدارسين ؛ ولكن ماظل باقيا هو ثقافة الإستبعاد، التى كتبت عنها ريتا كولويل فى مقدمتها لدراسة إيلجا واسرمان الجديدة عن الأكاديمية القومية للنساء وعنوانها (الباب الذى فى الحلم) حيث تقول أنه حتى "أولئك اللاتى نجحن منا فى العلم ، يشعرن بلسعة التحيز".[٦] وكولويل التى تعمل حاليا مديرة للمؤسسة القومية للعلم ، كانت فيما سبق مديرة معهد البيوتكنولوجيا فى جامعة مارى لاند ، وهى حاليا فى أجازة من هذه الجامعة . وقد وجدت كولويل كطالبة أن أفكارها "لم تكن تؤخذ مأخذا جديا مثل أفكار الذكور من حولها الذين يطمحون لأن يكونوا من العلماء" ، وكان يقال لها أثناء دراساتها العليا أن الأساتذة "لايريدون أن يضيّعوا درجة زمالة بمنحها لامرأة" ، وقد رأت بنفسها الكثير من أفكارها وهى "تُخطف" من بين أيديها لاغير . وهى تتذكر أن هذا العائق الثانى يعد

الآن غير قانونى ولكن أين هذا "القانون" الذى يستطيع أن يمنع كبار الأساتذة من أن يأخذوا أفكار العالمات الصغيرات مأخذا جديا ؟ أو يستطيع أن يمنع الزملاء من 'اختطاف' بحث لعالمة امرأة ؟

وحتى لا يظن أحد أن هذا قد أصبح تاريخا دعنا نقرأ ما كتبته عالمة فيزياء فلكية تشغل منصب الأستاذية فى جامعة مرموقة وهى مازالت اقل من الخامسة والأربعين عمرا .

> لاقيت فى حياتى المهنية على نحو متكرر ، نقصا عميقا لاحترام قدراتى وانجازاتى . وكان هناك من قالوا لى فى وجهى أنى شخصية صعبة، لأنى احاول الوصول إلى " مايعلو قامتى" عندما أطمح مثلا إلى عضوية لجنة متميزة، بل وقيل لى ما هو أسوأ من ذلك . وقد تجاهلونى وكأنى غير مرئية فى مجالات أعرف عن موضوعاتها التى تُعرض علينا أكثر من أى فرد آخر من المشاركين ... لازلت أحس فى مهنتى الخاصة أنى لست فى بيتى . هذا مع أنى إحدى المحظوظات . فلدى عمل جيد . لقد " سمح لى بالدخول من الباب" .

لماذا يحدث أن علماء ، يكونون فيما عدا ذلك عقلانيين ، يبخسون من قدرة النساء على اداء الفيزياء ؟ لعلها نظرة تمحور على الأنا : تمتد منبسطة من ضآلة خبرتهم هم أنفسهم بالنساء . تتزوج عالمات الفيزياء من رجال يعملون بالعلم.(٧) ولكن الكثيرين من الرجال العاملين فى الفيزياء لا يتزوجون نساء يعملن بالمهنة . ويدعم من رأيهم أن نساءهم أنفسهن ينفرن من الفيزياء (وكذلك بعض بناتهن، ولكن ليس كلهن) ، وهم بناء على هاته النسوة الحميمات لهم يفترضون أن كل النساء متماثلات. ونجد فى عينة سونرت وهولتون من العلماء الذين وصلوا لإنجازات كبيرة ، أن ٦٢ فى المائه من

النساء اللاتى نلن الدكتوراه قد تزوجن من رجال نالوا الدكتوراه فى العلوم ، ولكن هناك فقط ١٩ فى المائة من الرجال قد اختاروا زوجات بهذه المؤهلات. وربما يكون هذا فى تغير ، إلا أن علماء الفيزياء الذين يشغلون مناصب تتيح لهم توظيف وفصل ومكافأة وعقاب النساء الأصغر سنا فى مجالهم ينتمون إلى جيل قديم وهم الذين مازالو يتحكمون فى وضع الاتجاه العام ، والقواعد ، والأسلوب.

ترى ما سبب هذه الإساءة فى المعاملة ؟ إن الإجابة أمر اكثر تعقيدا .

يقرر أحد كبار العاملين فى قسم كبير للفيزياء فى جامعة على أرض حكومية، "لو أنك سألتنى منذ عام ، لذكرت لك أن لدينا ثلاث نساء أستاذات فى قسمنا . أما هذا العام فلا توجد أى واحدة . إحداهن تركت العمل لأسباب خاصة ، والأخرى لتتبع زوجها فى جزء آخر من البلاد ، والثالثة لأنها لم تعد تستطيع التحمل لأكثر من ذلك".

أجرى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا دراسة لوضع النساء فى الكلية ووُثق فى هذه الدراسة أن التمييز ضدهن لا يكون فقط فى توظيف مساعدى البحث والتدريس الأصغر سنا ، وإنما يحدث أيضا " ماهو أكثر من التمييز بين الجنسين" فى معاملة كبار العاملات من النساء ، وتوزيع المنح والترقيات، وتخصيص المساحات للمعمل والمكتب ، وفى الإقلال من تمثيل النساء فى اللجان المهمة. (٨) وتكتب إيلجا واسرمان فى تفسيرها لدراسة معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا أن النتيجة الرئيسية فى تقرير اللجنة هى أن "كل جيل من الشابات يبدأن وهن يعتقدن أن التمييز بين الجنسين مسألة قد (تم حلها)، ولكنهن فى الأوضاع الأعلى فى العمل يجدن أن ميدان اللعب لا توجد فيه مساواة".(٩) والحقيقة أن كبار العاملات من أعضاء الأكاديمية القومية اللاتى اجرت واسرمان لقاءات معهن يظهر لديهن صدى مشاعر الشابات الأصغر فى الفيزياء وهى المشاعر التى اظهرت دراستى صورتها . وحسب

عالمة الفلك فيرا روبين فان " العلم مازال مهنة يهيمن عليها الذكور وبعض هؤلاء الذكور يستمتعون بهذه الهيمنة" (١٠) ومما تقوله ميريام سارتشيك عالمة الفيزياء التجريبية، "إن رأيهم عن مدى براعتك يتحدد نوعه حسب الدرجة التى تكونين بها امرأة". (١١)

والحقيقة أنه فى دراسة فى ١٩٩٥ أجريت على المتقدمين لزمالة ما بعد الدكتوراه بعد حصولهم على منح مجلس البحوث الطبية القومى السويدى، وُجد أن النساء يحتجن لأكثر من مائة نقطة تجمع بين الإنتاجية والتميز فى المجالات العلمية ؛ ويحتاج الرجال لعشرين نقطة لاغير ، وهذا فارق يعطى الرجال ميزة على النساء بمقدار خمسة إلى واحد. (١٢) وكما تفسر الأمر هاربيت زوكرمان العاملة فى علم اجتماع العلم ، فإن المزايا تتراكم : "....عندما يتلقى أفراد مجموعات معينة فرصا أعظم لتزيد من حجم اسهاماتهم فى المعرفة ثم يكافئون حسب هذه الإسهامات ... وهكذا يزداد ثراء من يتلقون بمعدل متسارع وعلى عكس ذلك فإن غير المتلقين يزدادون نسبيا فى فقرهم". (١٣)

مفهوم - الذات

تقول إحدى المجيبات "الفيزياء صعبة ، والنساء عند كل المستويات ينحون إلى تقييم أنفسهن على أنهن أقل من الرجال" . لن يستطيع إلا الأطباء النفسيون أن يخبرونا عما إذا كان هذا نتيجة لأن عدد النساء العاملات بالفيزياء أقل مما ينبغى أو نتيجة لأن السلوك الطبيعى للنساء أقل عدوانية . على أنه يبدو أن الابخاس بتقييم الذات لا يعوق النساء فى المجالات الأخرى مثلما يعوقهن فى الفيزياء . وهناك سيدة فى التاسعة والعشرين من عمرها حاصلة على دكتوراه الفلسفة فى الفيزياء وتعمل الآن فى الصناعة ، وهى تقول لنا ببصيرة نافذة : " عندما يحدث باستمرار أن تُختبر جودة تفكيرك إزاء شكوك عنيفة ، فسوف يفيدك ان تكونى أنانية " . وهى قد وجدت فى الكلية أن

أندادها من الذكور أنانيون لاقصى درجة ، لدرجة أكبر حتى من كونهم ضد الإناث . وأدركت فيما بعد أن نقتهم هذه المبالغ فيها أسهمت فى نجاحهم .

ومما له علاقة بانعدام الثقة لدى بعض النساء ، ذلك الاحساس الرهيب الذى يضفيه على الشابات ، خاصة فى المدرسة الثانوية ، ما يفرض عليهن من الاختيار "بين أن تكون الواحدة منهن فتاة أو أن تمارس الفيزياء". ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى أن الفيزياء مازالت مادة "اختيارية " فى المدارس الثانوية بالولايات المتحدة ، يُقصد فقط أن تكون "للخاملين اجتماعيا وبدنيا" . اختارت إحدى الفتيات بلا تردد مادة الفيزياء فى المدرسة الثانوية ، ولكنها فى الكلية عندما سألها عميدها ، قالت أنها ليست واثقة من أنها قادرة على اتخاذ نفس الخيار فى الكلية . وتتذكر شابة أخرى أنها قد أُثنيت عن عزمها على الدخول فى مجال الفيزياء لأنه مجال "يصعب على الأخرين مشاركتك فى الدخول إليه صعوبة بالغة ، وهو لا يتيح لأصدقاءك وأسرتك أن تكون لديهم أى فكرة عما تفعلين " . والنساء فيما يحتمل يردن أكثر من الرجال أن يكن قادرات على أن يتشاركن مع من هم على علاقة حميمة بهن فيما يحببن ويفعلن .

يوظف الفيزيائيون عددا من الفنيين المعمليين أقل مما يوظفه الكيميائيون أو البيولوجيون ، ولهذا فإن عدد النساء الموجودات فى هذا المجال هو أقل حتى من أن يواجه الرأى بأن الفيزياء ليست للفتيات . وحتى إذا كان من يعملون فى المعامل تُبخس إلى حد كبير أجورهم وتقل الإستفادة بهم ، إلا أن الطالبات الإناث اللاتى يملن إلى الكيمياء و/أو العلوم الحيوية سيجدن أن عشائر المهنيات النساء العاملات فى هذه المجالات فيها أعداد تكفى لتمكنهن من إقامة علاقة ارتباط بهن.(١٤)

قضايا للعمل - الأسرة

تبين دراسات عديدة أن العالمات المتزوجات ولهن أطفال يكن منتجات بنفس انتاجية العالمات بغير أطفال . ولكن هذا تحليل يجرى بعد وقوع الحدث. ومن وجهة نظر شابة اختارت الفيزياء ، فإن إمكان الجمع بين الفيزياء والأسرة أمر يبدو مثيرا للأسى . ونحن نستشهد هنا بما قالته إحدى المجيبات :

> هناك أولا الساعة البيولوجية . تنفق الأنثى النمطية سبع سنوات لتنال درجة دكتوراه الفلسفة وهى تنال أجرا يبلغ ١٦ ألف دولار فى السنة مع أدنى حد من التأمين الصحى وبلا معاش ثم تنفق أربع سنوات أخرى فى أعمال ما بعد الدكتوراه. كما أنها وهى طالبة دراسات عليا ، يجب أن تحضر فصولا دراسية ، وأن تدرس لطلبة ما قبل التخرج ، وأن تؤدى أبحاثا . ومشغولياتها أكثر من أن تسمح لها بأن يكون لديها أطفال . وعندما تصل إلى مرحلة ما بعد الدكتوراه فى أوائل الثلاثينيات من عمرها تكون فى أقصى السنوات انتاجية من حيث أبحاثها التى يكون عليها أن تجعل منها شيئا له اعتباره بحيث تبدو صالحة للدخول فى خط التثبيت فى الوظائف . وليس هذا بالوقت الصالح لأن يكون لها أطفال ، إذا كانت باحثة جادة . وهكذا فهى إذ بلغت الرابعة والثلاثين ، وكانت تتجه إلى مستقبل مهنى أكاديمى ، يكون فى وسعها أن تتوقع لنفسها سبع سنوات أخرى من التدريس وأداء الأبحاث . وإذا حاولت أن يكون لها طفل فى هذا الوقت سيعنى هذا أنها ليست جادة فيما يتعلق بالفيزياء.

هناك أمر يرد ذكره بدرجة أقل انتشارا وهو "الحاجة إلى أن تربِّى" وهى حاجة يحملها النساء العاملات بالفيزياء معهن من البيوت إلى معاهد

التدريس . وحسب ما تقوله أستاذة تم تثبيتها فى التو كأستاذة فيزياء فى جامعة مرموقة فى وسط الجنوب :

> المشكلة ؟ المشكلة فى أشياء كثيرة مما يجب صنعه . يحدث للنساء فى العمل الأكاديمى أن يُبخس قدرهن لأننا نضيق بأداء مهام قذرة فى أمور تصدم "الناس" . نحن غير مستعدات لتبرير موقف ينادى بأن تُرفع الايدى مثلا عندما ينبغى أن يكون شئ ما من مسئولية الطلبة وليس من مسئوليتنا . وبالتالى فإننا نُستغل ، وكلما زدنا نجاحا زاد الضغط علينا . وفى نفس الوقت فإن طالباتنا الإناث اللاتى يتطلعن إلينا كنموذج لدور يقمن به سيقلن فيما يحتمل " لن أقبل ذلك مطلقا . أريد عملا من التاسعة حتى الخامسة له أجر جيد ويبقى لى وقتا كافيا لأسرتى ، وأنا أستطيع الحصول على ذلك بمجرد بكالوريوس فى الفيزياء" .

لعل هذا هو السبب فى أن امرأة من كبار الفيزيائيين فى معهد ايفى ليج تقرر التالى ، "أرى نساء كثيرات فى فصلى للمقرر التمهيدى الرفيع للفيزياء – وهن شابات ذكيات طموحات لهن ذهن حاد . ولكنى عندما أكون بين نساء يشغلن مناصب أكبر أسمع تعبيرهن عن شكوكهن بشأن اتباع حياة مهنية متصلة فى الأبحاث . فهناك الحديث عن أخذ أجازة لسنة أو اتخاذ مهنة تدريس الفيزياء أو مهنة فى السياسة العامة بدلا من العمل فى الفيزياء الصرف " .

لعل ما ينقل لنا الشعور بأن العائلة لا علاقة لها أساسا 'بالعمل' هو عدم وجود نقاش بين الفيزيائيين الذكور عن روابطهم العائلية والعمل ، بل وأكثر إزعاجا من ذلك ما يحدث فى مجلة "الفيزياء اليوم" حيث يُحظر فى أى

نعى ينشر فى المجلة أن يرد أى ذكر لعائلة الفيزيائى المتوفى أو أى أمور خارجية مهمة .

كل ما قاله لى من أرسلن لى اجاباتهن حول مشاكل العمل - الأسرة هو صحيح عموما فى العمل الأكاديمى . على أن هناك آلافا من النساء فى المجالات الأخرى يتمكن من النجاح على الرغم من مطالب الحياة الأكاديمية. وإذا كانت الأجور النهائية فى علوم الانسانيات أقل مما فى الفيزياء ، إلا أننا نجد على الأقل أن فترة التتلمذ (من غير فترة ما بعد الدكتوراه) تكون أقصر بزمن من سنتين إلى أربع سنوات . أما فيما عدا ذلك ، فإن لديهن أيضا الحاجة لإجراء الأبحاث ، والانتاج ، والتفوق فى التدريس ، والعمل فى اللجان - فى نفس الوقت الذى يكن فيه تماما فى أقصى حالات المشغولية - فالمشتغلات بالانسانيات يكن فى حاجة لكل هذا بما يماثل حاجة المشتغلات بالفيزياء ، وهن يستطعن انجاز ذلك . وينجز النساء ذلك أيضا فى العلوم الحيوية . وإذن فلابد وأن هناك شيئا ما فى مهنة أبحاث الفيزياء يضع النساء فى وضع حرج . ترى أيمكن أن يكون ذلك هو الاعتقاد ، إن خطأ أو صوابا، بأن أفضل الأبحاث هو ما ينجز قبل سن الثلاثين ، بحيث تكون المنافسة عندها لإظهار الذكاء المتقد منافسة شديدة (هى حتى أكثر شدة بين العاملين بالرياضة) ؟ إننا فى المجال الذى تدربت فيه نصبح أفضل كلما زدنا عمرا ، والكل يعرف ذلك . ومع أن الحال فى الفيزياء يساوى ذلك صدقا ، إلا أنه ليس مما يسود الإيمان به على نطاق واسع .

تقول إحدى المجيبات ممن يعملن فى الفضائيات وهى تقارن عملها بالعمل الأكاديمى ، أن الصناعة تقدم للنساء العاملات بالفيزياء فرصا أفضل كثيرا . "الصناعة تقدم مسارا للإرتقاء فى كل من النواحى التكنيكية والإدارية، الأمر الذى يتيح للنساء انتقاء خياراتهن مهنيا حسب شخصياتهن ومهاراتهن. والصناعة توفر أيضا مزايا أكثر تشجيعا للنساء : تأمين صحى، معاش تقاعد

كبير ، مصاريف تعليم ، أجازة أمومة ، نفقات تناسب حضانة لرعاية الأطفال، مرتبات عالية. وبوجه عام فإن الصناعة توفر كلا من البيئة والمزايا التى تتيح لأنثى حاصلة على مؤهل فيزياء أن تصبح ناجحة ". إلا أنه نادرا ما تُطرح الصناعة كخيار فى مجال الفيزياء . وعلى الرغم من أن ما يقرب من ٧٠ فى المائة من الحاصلين على دكتوراه الفلسفة فى الفيزياء فى ١٩٩٧ - ١٩٩٨ قد حصلوا على ما يسميه المعهد الأمريكى للفيزياء بأنه "وظائف لها احتمال الدوام " فى الصناعة ، إلا ان دراسة الفيزياء كمادة رئيسية مازال يُنظر لها على أنها تذكرة للوصول إلى معهد دراسات عليا ، وهذا المعهد هو تذكرة للوصول إلى الأستاذية . وبالتالى فإن قيود العمل الاكاديمى يُنظر إليها بواسطة الأنثى الطموح العاملة بالفيزياء على أنها أمور لا مفر لها من أن تكافح فيها .

صنع التغير

" ماهو العمل ؟ " هكذا قالت عالمة فيزياء تشغل منصبا كبيرا فى معمل قومى وهى تردد سؤالى كالصدى . أنظرى إلى مهنة الهندسة ، حيث كانت أعداد النساء اللاتى يزاولن المهنة منذ عقدين صغيرة مثلما فى الفيزياء تماما إلا أنه كانت هناك قيادة وتوجيهات إدارية من القمة . لقد حدث لاغير أن قرر عدد من عمداء الهندسة أنهم سيحشدون طالبات من النساء ويوظفون نساء فى الكليات ، وهم يواصلون ذلك" . وصلت نسبة النساء اللاتى وُظفن فى مستوى المعيد/المحاضر فى كليات الهندسة فى كل القطر إلى عشرين فى المائة ، وينبغى أن يؤدى هذا فى الوقت المناسب إلى تغيير النسبة بين شاغلى منصب الأستاذ الكامل (وهى الآن ٢,٢ فى المائه فحسب). أما فى الفيزياء فإن الوظائف فيها تكون على مستوى الأقسام ، مع دورات لشغل كرسى الأستاذية حيث لا يكون لشاغله الكثير من السلطة أو الموارد . فى حين يمتلك عمداء الهندسة الأثنين معا . وهم أيضا على اتصال بدوائر الصناعة وهذه مع

وجود بيئة تسود فيها المساواة فى قضايا التوظيف لابد وأن يكون لها نظرة للنساء أكثر تقدما عما فى المجال الأكاديمى .

والحقيقة أن عالمة فيزياء تعمل فى قسم الهندسة فى جامعة ولاية كبيرة تقرر أن طلبتها لا يدهشون مطلقا من رؤيتها أمام السبورة لأن مقرر التصميم المطلوب منهم اجتيازه فى سنتهم الأولى يوجد فيه امرأتان معيدتان من بين كل خمسة معيدين .

يقوم بعض الفيزيائيون بصنع تغييرات . تمتدح النساء اللاتى أجبن علىّ أعضاء فرادى من العاملين فى المهنة يخرّجون بلا حدود نساء حاصلات على دكتوراه الفلسفة ، وذلك فى تباين مع "اعداء المرأة" فى بلادنا، الذين يسمون هكذا لأنهم لا يخرّجون قط أى نساء من برامجهم للدكتوراه ، فالنساء لا يتخرجن منها قط أو هن لا يخرجن منها سليمات . على أن هناك برامج معينة لما قبل التخرج تتزايد فيها النساء الطالبات بنسب كبيرة غير معتادة . ونجد فى كلية ديكنسون ، حيث يوجد معا "لوائح بريسيلا" وورش الفيزياء ، أنه فى السنوات العشر الأخيرة وصلت نسبة النساء بين من يدرسون الفيزياء كمادة رئيسية إلى ٤٠ فى المائة . وحسب التقارير فإنه "من بين من يختارون ورش الفيزياء المؤسسة على التفاضل والتكامل يكون العدد الموجود من النساء فيما يرجح مماثلا لعدد الرجال فى دراسة مقرر رئيسى للفيزياء. وقد نال النساء ٣٦ فى المائة من منح الأداء الممتاز فى ورش الفيزياء خلال الأربعة عشر عام الماضية ." على أنه حتى فى ديكنسون ، سنجد أن النساء يقدرن معدل تمكنهن هن أنفسهن من الفيزياء بما يقل بنقطة كاملة عن معدل نظرائهن من الذكور ، وذلك على الرغم من حقيقة أن متوسط الدرجات يتماثل لدى الجنسين . ويتسق هذا مع الدراسات الأخرى التى تبين أن النساء أقل ثقة بأنفسهن.

يتطلع بعض من أدلين بالإجابات إلى تغير فى البيئة عندما يصل "ذكور التسعينيات " إلى السلطة . وهناك مجيبة أخرى أكثر تشككا : " لايكفى أن ننتظر وفاة رجال (الحرس القديم). دعنا لا ننسى ما يجرى ، إنهم هم الذين يدربون (الحرس الجديد)"

ما يُفترض أن يكون

تعمل ديبورا كانز أستاذة مساعدة للفيزياء فى الأكاديمية البحرية للولايات المتحدة ، وقد كتبت ما يلى :

" أنا أحب الفيزياء . وقد وقعت فى هواها وأنا أدرس فيزياء المدرسة الثانوية فى هاواى ... وقد نلت فى المدرسة الثانوية جائزة الكيمياء وشجعتنى مدرستى فى الكيمياء تشجيعا قويا على أن أواصل الدراسة ليكون مستقبلى مهنيا فى الكيمياء . وعندما درست مقررا فى علم الكمبيوتر ، شجعتنى مدرستى على أن أواصل الدراسة ليكون مستقبلى مهنيا فى علم الكمبيوتر ، وعندما درست الفيزياء ، شجعتنى مدرستى على أن أواصل الدراسة ليكون مستقبلى مهنيا فى الفيزياء . وعندما ذهبت للكلية ، كنت أظن أنى سأدرس المواد التمهيدية للطب (الأمر الذى أسعد الوالدين) ... ودرست مناهج رياضية لمقرر الفيزياء. وسرعان ما أدركت أنى لا أود أن أدرس الدراسة التمهيدية للطب . ولم أكن شديدة التحمس للكيمياء ، ولكنى كنت أستمتع حقا بدراسة الفيزياء . (أثناء دراستها فى فصل الكيمياء التمهيدية للطب ، حصلت على أعلى درجة فى أول امتحان معملى ، وعندها قام الطلبة الآخرون الذين

يدرسون الدراسة التمهيدية للطب بتخريب موقع عملها في المعمل)

... كان عدد الطلبة صغيرا في فصل دراسة المستوى الرفيع للفيزياء. وكان معظم الطلبة قد درسوا الفيزياء والرياضة بقدر أكبر كثيرا مما درسته . وبالتالى فقد كنت ألتقى الأستاذ أسبوعيا لإعطائى محاضرات خصوصية . كان مدرسا رهيبا ... كما أن قسم الفيزياء كان مكان مشجعا . واتخذت الفيزياء مادة رئيسية وتخليت عن البرنامج التمهيدى للطب...

لم أدرك أن هناك شذوذا فى طبيعتى إلا عندما حدث أن الأستاذ نفسه الذى شجعنى على العمل معه خلال الصيف سألنى وهو يساعدنى فى التقدم للالتحاق بمعهد الدراسات العليا، لماذا أريد أن أدرس الفيزياء التجريبية ؛ وقال لى أن هذا أمر غير معتاد بالنسبة للنساء. وأنه يود أن يعرف إن كان أبى قد أعطانى مطارق لألعب بها وأنا طفلة . ولم يكن لدى إجابة . فأنا فحسب أحب الفيزياء . هل علىّ أن أبسط لذلك بعض سبب لا يحتاج لأنه يبسطه أى نظير لى من الذكور ؟

عرفت فى معهد الدراسات العليا أن الفيزياء مادة صعبة . لم يكن لدى فكرة عن ذلك . كانت دراسة الفيزياء تواتينى على نحو طبيعى تماما وأنا طالبة قبل التخرج، ولكن الدراسات العليا تكون بالطبع أصعب . كنت المرأة الوحيدة فى فصل من ستة عشر طالب .

توصلت لصداقة بعض من أفضل أصدقائي في معهد الدراسات العليا. وبدون مشاركتهم ، لربما تخليت عن الدراسة. ومازلت أشعر أن معهد الدراسات العليا له جوانبه المرهقة ... لقد نلت منح زمالة عديدة في معهد الدراسات العليا. وأتذكر أن قلة من الطلبة الذكور كانوا يعتقدون أني نلت هذه المنح لأني امرأة ... ولكني أعرف أني عملت جاهدة وحصلت على درجات وتوصيات مهولة.

وكأستاذة ... فإني محظوظة جدا . فأنا في قسم فيه أربع أستاذات أخريات (من بين خمسة وثلاثين) . وهن محترفات ، ومشجعات ، وودودات. ولأول مرة أشعر بأن في وسعي أن أكون أنثوية ، ومحترفة لمهنتي ، وأنال أفضل احترام .
آمين.[١٥]

الهوامش :

1. Rachel lvie and Katie Stowe, eds., Women in Physics (College Park, Md. American Institute of Physics. 2000), highlights.

2. U.S. physicists are not alone. The low participation rate of U.S. women in physics is the same as that of Europe's Protestant countries. In Catholic and Orthodox Europe, where high schools are still sex-segregated and physics is often a required course for university-bound students, the pattern is different.

3. See the works of David F.Noble, A World without Women: The Christian Clerical Culture of Western Science (New York: Oxford University Press, 1992) and Margaret Wertheim, Pythagoras' Trousers: God, Physics, and the Gender Wars (New York: W. W. Norton, 1995).

4. Vivian Gornick interviewed the then eighty-four-year-old I. I. Rabi in 1982. He, who had never had a woman graduate student, told Gornick that women were "unsuited for science." It was, as he explained to her, a matter of the nervous system. "It makes it impossible for them to stay with the thing..... Women may go into science ... but they will never do Great Science." Vivian Gornick, Women in Science (New York: Simon and Schuster, 1983), p. 36.

5. Gerhard Sonnert and Gerald Holton, Gender Differences in Science Careers (New Brunswich, N.J.: Rutgers University Press, 1995).

6. Rita Colwell, Introduction to Elga R. Wasserman, The Door in the Dream: Conversations with Eminent Women in Science (Washington, D.C.: Joseph Henry Press, National Academy of Sciences, 2000). In Sonnert's and Holton's study, cited above, for all the sciences, 75 percent of women experienced gender discimination; 12 percent of men did.

7. Laurie McNeil and Marc Sher, "The Dual-Career- Couple Problem," Physics Today 32-37 (July 1999), chart, p.3., based on an APS Membership Survey that also documents that of the 74 percent of male physicists who are married, 82 percent are not married to women scientists.

8. Nancy Hopkins, A Study of Women Faculty in Sscience at MIT (Cambridge, Mass.: MIT, 1999).

9. Wasserman, The Door in the Dream, p. 200.

10. Ibid., p. 88.

11. Ibid., p. 118.

12. Ibid., p. 183

13. Harriet Zuckerman, Jonathan R. Cole, John T. Bruer, eds., The Outer Circle: Women in the Scientific Community (New York: W. W. Norton, 1991), p. 53.

14. This insight comes from a personal communication from Elga Wasserman.

15. The author wishes to express her appreciation to Dr. Eleanor Babko of the Council of Professionals in Science and Technology for providing so much of data quoted in this article and much guidance overall.

حـالة

"الثقافتين "

ملفين شوارتز

منذ ما يقرب من أربعين عاما ألف سي. بي. سنو كتابا عنوانه "الثقافتان" بحث فيه الانفصال المتزايد بين الثقافة العلمية والثقافة غير العلمية.(١) ولم يكن الحال هكذا دائماً . فبالعودة وراء إلى أيام نيوتن وماكسويل ، نجد أن العلم كان يسمى "الفلسفة الطبيعية"، وكان يُتوقع من المرء إن كان متعلما حقا أن يكون ضليعا في معرفة تحركات الكواكب بمثل ما يكون ضليعا في معرفة شكسبير . ولسوء الحظ فإن الحال لم يعد بعد هكذا. فمن النادر أن يستطيع أحد العلماء أن يتحدث عن الأدب والفنون؛ ومن الناحية الأخرى لا يوجد إلا قلة من الكتاب والفنانين الذين يفهمون النسبية وميكانيكا الكم . ونحن نتساءل عما إذا كان هذا الوضع مما يجب أن يبقى هكذا أو أننا إذا غيرنا الطريقة التي نعلم بها شبابنا سنتمكن من أن نعود ثانية إلى النقطة التي تمتزج فيها الثقافتان مرة أخرى في عقول الأفراد المتعلمين .

منذ ما يقرب من عشرة أعوام رأست لجنة للتخطيط لمستقبل كلية كولومبيا (وكلية كولومبيا هي المعهد الرئيسي لتخريج الطلبة في منظومة جامعة كولومبيا)، وذلك بوجه خاص فيما يتعلق بمنهجها الدراسي الأساسي. ظلت كلية كولومبيا لسنوات طويلة تلزم كل واحد من طلبتها بدراسة مقررات تتتابع في عامين وتغطي الأدب والتاريخ والفلسفة والموسيقى والفن. والحقيقة أني أستمتعت أقصى الاستمتاع بأحد هذه المقررات وأنا طالب في كولومبيا، وهو مقرر الانسانيات الأدبية . وتصادف أني درسته على يد باحث مشهور بدراسته لدانتي، وهو البروفيسور جوزيف ماتزيو ، واكتسبت من دراسة هذا المقرر بصيرة نافذة في عالم يتجاوز العلم. ولن نجد بين العلماء إلا عددا

قليلا جدا لديهم الإحساس بالمحتوى الثقافى فيما يتجاوز العلوم ، وخاصة بين من يتعلمون فى المعاهد الهندسية .

ومن الناحية الأخرى ، فإن المنهج الدراسى الأساسى كان فيه أدنى حد من البرامج لغير العلماء . وبدلا من أن تصمم الكلية على أن يعرف كل طالب أساسيات العلم الحديث والرياضيات الحديثة ، فإنها تقبلت تدريس خليط من مقررات تعد نسبيا تافهة وغير مثيرة للاهتمام وذلك على أنها تفى بما يسمى بالاحتياجات العلمية . وبالتالى فإن لدينا وضع حيث يمكن للطالب أن يتخرج من كلية كولومبيا وهو لا يعرف ماذا تكون ميكانيكا الكم أو كيف يستخدم حساب التفاضل والتكامل . ومهما كان حساب التفاضل والتكامل هو فى الحقيقة نوع بارع من الطرح والجمع ، إلا أنه لا يوجد إلا عدد قليل جدا من المثقفين غير العلميين الذين لن يرتعدوا خوفا عند سماعهم لهذا المصطلح. وطرحتَ على لجنتى أننا ينبغى أن نتعامل مع العلم كتعاملنا تماما مع الانسانيات ؛ فينبغى بالنسبة لكل واحد من الطلبة بأجمعهم أن يُلزم بدراسات متتابعة لمدة عامين تغطّى فيها الاكتشافات الكبرى فى الفيزياء والبيولوجيا والكيمياء والرياضيات .

وعارض معظم العلماء الآخرين فى لجنتى هذه الفكرة معارضة كاملة. فقد شعروا أن التدريس هكذا للطلبة الجدد سوف ينتقص من الوقت الذى ينفقونه فى أبحاثهم . وحيث أن مستقبلهم المهنى يعتمد على عدد ما يستطيعون انتاجه من أوراق البحث ، فإنه لن يكون لديهم الحافز للاشتراك فى برنامج كهذا . وما لم نتمكن من أن يكون لدينا كلية منفصلة للتدريس تستمد الاعتراف بها وسلطتها من التفاعل مع طلبة الجامعة ، فإن فكرة أن نجعل من العلم نشاطا ثقافيا يستمتع به غير العلماء ليست إلا حلما بلا طائل.

اسمحوا لى أن أقول كلمة أو كلمتين عن الرياضيات . الرياضيات بالنسبة لمعظم الناس هى مثل الحساب تماما ؛ فيجب علينا أن نتعلمها حتى

نقوم بوظيفتنا في عالم من التكنولوجيا . نحن نتعلم فى البداية كيف نجمع ونطرح ونضرب ونقسم . ثم نتعلم حساب التفاضل والتكامل حتى نصبح تكنولوجيا قادرين على الحياة . وليس من المرجح أن يلتقى أى واحد من غير العلميين فى أى جزء من تعليمه بمفاهيم رياضية مهمة مثل نظرية الزمر ، ونظرية الأعداد ، والتحليل المركب ، والتوبولوجيا ، والهندسة التفاضلية . والرياضيات الحقيقية تشبه الشعر كثيرا ؛ وهى تمثل بطرائق كثيرة نقطة الذروة في الفكر البشرى . واذا كنا نبحث عن نماذج لمن كان لهم دور مهم هكذا ، فيحسن بنا أن نتذكر أن برتراند راسل كان واحدا من أعظم العقول فى الفلسفة بالقرن العشرين .

ينشأ الكثير من الانفصام بين الثقافتين العلمية وغير العلمية بسبب فشل الناس فى التفرقة بين العلم والتكنولوجيا . وعندما يسمع الناس من يذكر ميكانيكا الكم ، فإنهم يفكرون في القنابل الذرية . وعندما يسمعون من يذكر النظرية الكهرومغناطيسية ، فإن معظمهم يفكرون فى أجهزة التليفزيون . والأمر يشبه أن يفكر الناس فى كتب الطهى عندما يسمعون من يذكر شكسبير . وإذا كان المرء لا يهتم بطريقة عمل أجهزة التليفزيون ، فهل ينبغى أن يهتم حقا بالكهرومغناطيسية ؟

أدى هذا الخلط بين العلم والتكنولوجيا إلى تصرف سخيف من سيناتور بالولايات المتحدة طالب بأنه يجب على المؤسسة القومية للعلوم ألا تمول إلا الأبحاث التى لها قيمتها بالنسبة لحاجات الأمة . ويذكرنى هذا بما حدث ذات مرة عندما سأل أحد الصحفيين مايكل فاراداى فى مقابلة معه عما إذا كان للحث المغناطيسى(*) أى قيمة علمية . وأجاب فاراداى أنه لا يعرف، ولكنه متأكد من أن الحكومة ستجد طريقة ما لفرض الضرائب عليه . وفى

(*) الحث المغناطيسى التمغنط بفعل مجال مغناطيسى . (المترجم)

وسع أى واحد منا أن يكون متأكد من أن اسحق نيوتن حينما وضع قوانين حركة الكواكب لم يكن يلتمس أى قيمة عملية مباشرة لذلك . كما أن ج. كلارك مكسويل لم يكن يبحث عن أى قيمة عملية حينما طرح المعادلات الأساسية للكهرومغناطيسية .

حدثت فى هذا القرن ثورتان عظيمتان فى فهمنا للعالم الفيزيائى المحيط بنا . أولهما - وهى النسبية - وحّدت ما بين الكهرباء والمغناطيسية وبينت كيف أن معادلات ماكسويل هى نتاج أساسى لقانون كولومب ، حيث تتنافر الشحنتان أو تجذب إحداهما الأخرى بقوة تتناسب مع معكوس مربع المسافة بينهما . والثورة الثقافية العظيمة الأخرى هى ميكانيكا الكم ، التى تفسر سلوك الذرات والجزيئات على المستوى الميكروسكوبى .

وعلى الرغم من أن هذه الاكتشافات العظيمة قد صُنعت دون تفكير فى نتائجها التطبيقية ، إلا أن لها بالفعل استخدامات كثيرة من هذا النوع . والحقيقة أن الكثير مما يجعل حياتنا مريحة هو نتيجة اكتشاف ما للعلم الخالص من تطبيقات . لقد أدى فهم سلوك معجون السليكون إلى الدوائر المتكاملة وكمبيوتر الطاولة الصغير . وأدى فهم تركيب الجزيئات الكبيرة إلى اكتشاف دنا . لم يكن للبيولوجيا الجزيئية أى وجود وأنا طالب فى المدرسة الثانوية ، ولكنها الآن فيها ما يعد بالشفاء من أمراضنا بل وربما ستجعلنا ذات يوم مخلدين . عندما نأخذ فى الرغبة فى فهم القوانين الأساسية للطبيعة ، فمن ذا الذى يعرف إلى أين سيؤدى بنا ذلك ؟

ليس الصدع ما بين الثقافتين ناتجا بالكامل عن خطأ من غير العلميين. فيجب أن نقنع الكثيرين منهم بأن لدينا أمورا أكثر جدا لنستمتع بها تتجاوز عالم العلماء بوضعيته الصارمة . كما ينبغى أن يكون هناك متسع للفن والموسيقى والتاريخ والفلسفة والأدب فى عالم العلماء . وربما نستطيع بهذه الطريقة أن نزيل الصدع ونعيد توحيد الثقافتين .

هامش

1. C. P. Snow, The Two Cultures and the Scientific Revolution (Cambridge, Mass: Cambridge Unoversity Pres, 1960; reissue edition 1993).

إشعال ثورة
تعليمية

مشروع الدراسة المفتوحة
فى معهد ماساتشوستس
للتكنولوجيا

تشارلز م. فست

نحن نرى فى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا أن نوع المستقبل المشترك للإنسانية على الأرض ، فيه مشكلة ضخمة تماما ، ولكنها أيضا مشكلة تستحق تماما ان نجد لها حلا ، ونحن نكرس لهذه الغاية جزءا كبيرا من دراستنا وأبحاثنا . يناضل المعهد فى الوقت نفسه من أجل أن يقود العالم فى تعليم له أساس علمى يتصف بأنه استثنائى فى فاعليته ليوصله إلى طلبة من كل أنحاء الكرة الأرضية يتصفون بأنهم استثنائيون ، وليس هذا فحسب بل أن المعهد يناضل أيضا من أجل أن يقود العالم فى تخطيط هذا النوع من التعليم. وقد أدى اهتمامنا بهذين الأمرين - أى بالأبحاث التى تغير العالم والتدريس بمستوى عالمى - إلى أن تولّد فى هذا الربيع مشروع متفرد نأمل أن تكون له نفس الدرجة من الأهمية مثل كل خطى التقدم العلمى أو التكنولوجى التى انبثقت من معاملنا : إنه مشروع الدراسات المفتوحة لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا .

أعلن المعهد فى ٤ أبريل ٢٠٠١ أن مواد مقرراته الدراسية كلها تقريبا سواء مواد دراسات التخرج أو الدراسات العليا ، ستكون متاحة دون أى مصاريف لأى فرد فى أى مكان فوق الأرض ، وذلك من خلال شبكة ويب المنتشرة عالميا . وقد وجه احد الصحفيين بالفعل فى أول مؤتمر

صحفى سؤالا يقول ، "لماذا بحق السماء يهب أساتذة المعهد أفكارهم مجانا؟ ألا يشغل بالهم إحتمال ما سيضيع من دخل ؟ وأجاب أحد الحاضرين من أعضاء الكلية إجابة بسيطة هى : إن أثمن جائزة يمكن أن ينالها الباحثون والمدرسون هى الاحساس بأن هناك أفرادا آخرين يجدون أن لأفكارهم أهميتها ، وأنها فيها ما يلهم ويفيد - أى أن عملهم يمكن حقا أن يغير العالم.

ولما كنا فى كون تقوده آليات السوق ، حيث شبكتا الانترنت وويب يتزايد اعتبارهما كوسائل نقل للأفكار من أجل كسب المال ، فإن مشروع الدراسة المفتوحة لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا يبدو وكأنه يتعارض مع ما هو بديهى . إلا أن أى عالم يمكنه أن يقول للقارئ أن الأفكار الجديدة الأكثر إثارة تكون عادة هكذا .

انبثق مشروع الدراسة المفتوحة كنتيجة مدهشة لجهد مكثف من الكلية والعاملين بها لتقرير ما تكونه المبادرة الرئيسية التى ينبغى أن يضطلع بها المعهد فى مجال ناشئ هو التعليم عن بعد . وتوصلنا فى النهاية إلى أن ندرك التحدى البيداجوجى (*) الكبير الذى يواجهنا فى لحظتنا حتى نحدد ما الذى سوف تعنيه ثورة الانترنت ، وما الذى ينبغى أن تعنيه، بالنسبة للتعليم الأرقى فوق كوكبنا .

وقد واجهتنا بالفعل الحقيقة القاسية بأنه حتى فى وقتنا الحالى مازالت أجهزة الكمبيوتر والانترنت غير متاحة إلا لخمسة فى المائة من سكان العالم. ومن الواضح أنه حتى يكون للحوار أهميته بالنسبة للأغلبية العظمى من البشر ، فإنه يجب أن تكون إحدى أهم الأولويات هى توفير أن يتاح التوصل للكمبيوتر والانترنت على نحو أعظم لأفراد أكثر كثيرا فى كل أرجاء العالم .

(*) البيداجوجيا علم التربية أو علم أصول التدريس . (المترجم)

وبالعمل معا فإن الحكومة والهيئات الصناعية والأكاديمية والمنظمات غير الحكومية يجب أن تجد الإرادة والمعدات اللازمة لتجسير الفجوة الرقمية .

على أننا نرى بصراحة أن هذا التحدى التكنولوجى هو الجزء السهل من المشكلة - وربما يكون مكلفا إلى حد بالغ ولكنه سهل . والقضية الحقيقية بالنسبة لنا فى المعهد كانت القضية الفكرية . فمع تزايد عدد الأفراد والمعاهد التى يتاح لها التوصل على الخط (on line) ، ما الذى تكونه احسن طريقة لاستخدام كل هذه التكنولوجيا للتعلم ؟ وبوجه خاص ، كيف ينبغى استخدامها ليكون فيها أكبر فارق مهم بالنسبة لمن يحتاجونها أكبر الاحتياج - أى أولئك الذين فى أجزاء من العالم معزولة بسبب الجغرافيا أو الفقر أو السياسة ؟

إحدة الرؤى التى ظلت شائعة منذ مولد الانترنت ، هى أن ينبثق من لوحة مفاتيح أجهزتنا نوع من كلية شاملة : هيا نأخذ أفضل الأساتذة فى العالم فى كل مادة، ولنستحوذ على محاضراتهم الكترونيا، ونجعلهم متاحين على نطاق العالم كله .

مازال لهذه الفكرة أنصارها ، إلا أن لها أوجه قصورها . وعندما نذهب بهذه الفكرة إلى اقصى مدى لها ، سوف يتلقى مئات الآلاف من الطلبة على نطاق العالم المحاضرة نفسها بالضبط من الأستاذ نفسه بواسطة ماكينة ، وهذا فى رأى الخاص ليس إلا كابوسا. وبالإضافة ، فإن فيه صورة مرآة من نموذج " توصيل الشغل للمستهلك" ، أو التجارة الالكترونية من نوع B2C(*). والتجارة الالكترونية من نوع (B2C) هى إلى حد ما مهمة ومثيرة . ولكن تأثير الانترنت الحقيقى كعامل تغيير فى الأشغال والصناعة إنما يكون

(*) B2C مخصورة الكلمات الانجليزية business-to-consumer أو "الشغل للمستهلك" . (المترجم)

بنموذج التجارة الالكترونية من نوع توصيل الشغل للشغل أو B2B (*) – ونحن نعتقد أن الأمر نفسه سيصدق فى التعليم . ومن المؤكد أن التسويق المباشر للمقررات الدراسية الجامعية، حتى تلك التى تتفاعل معا ، أمر له دوره فى التعليم الكوكبى . إلا أن مصدر القوة الحقيقية سينشأ عندما يحدث أن تتشارك الكليات فى الجامعات والمعاهد إحداها مع الأخرى فى أنحاء العالم كله مشاركة مفتوحة فى المواد التعليمية .

إن هذه الثورة الفكرية هى ما نأمل أن يشعله مشروع الدراسة المفتوحة لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا . سوف تتضمن المواد المتاحة فى المشروع مذكرات تفصيلية من المحاضرات ، والخطوط الخارجية للمقررات، وقوائم المراجع ، ومجموعات للمسائل ، ومقالات البحث المهمة، والمحاكيات ، والفروض العملية . على أن إتاحة التوصل لهذه المصادر 'لا' يعنى أن مستخدميها سيمكنهم أن ينالوا من المعهد درجة من (على الخط) بل ولا حتى أى وثيقة أكاديمية ؛ فمشروع الدراسة المفتوحة ليس محاولة للتعليم عن بعد على نحو تفاعلى . ولكن الأمر 'سوف' يعنى أن المعلمين والطلبة فى العالم كله سيتمكنون من اختيار أى أجزاء تهمهم ، ويضيفون لها تذوقهم الخاص ، ويشكلونها لاستخدامها فى سياق ما يخصهم هم من أبحاث ، ومنهج دراسى ، وثقافة ، وأهداف . وسيعنى الأمر أن المعرفة المتراكمة لكليتنا – ليس فحسب كباحثين بل وكمدرسين محنكين – ستكون متاحة لتفيد معلمين آخرين فى تعليم وإلهام طلبتهم هم أنفسهم . وسيعنى الأمر أنه كلما نشأ ما هو جديد فى المعرفة والمحتوى التعليمى ، سوف يمكننا نشره فى التو فى أرجاء العالم كله – وهذه خطوة أساسية نحو سد الفجوة بين من يملكون المعلومات ومن لا يملكونها .

(*) B2B مخصورة الكلمات الانجليزية business-to-business . (المترجم)

ليس سرا أن الكليات الجامعية ظلت دائما تتشارك فى مثل هذه المواد بطريقة غير رسمية فيما بين قلة من الزملاء والطلبة السابقين فى المعاهد المتماثلة . ويجب علينا الآن أن نفعل هذا بأسلوب مفتوح كوكبيا وبسرعة زمن الانترنت . سوف ينسج مبدعو ومستخدمو هذه المواد معا شبكة جديدة من المعرفة والتعلم على نطاق العالم كله، ستكون أداة مكملة وحافزة للإبداع بطرائق لا نستطيع حتى أن نتخيلها الآن .

نحن بكل تأكيد نأمل أن يكون مشروع الدراسة المفتوحة لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا مفيدا بالنسبة للأفراد - إبتداء من طالب الثانوى الذى نضج مبكرا ويدرس البيولوجيا فى سنغافورة ووصولا إلى مخطط المدن الذى يحارب التوسع العشوائى فى مدريد، أو حتى إلى طالب معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا الذى يلزم فراشه بسبب الأنفلونزا ولا يستطيع الحضور لفصله ! إلا أن الحقيقة أن معظم التعلم ، خاصة داخل الكليات والجامعات سوف يبقى كنشاط بشرى بكل عمقه ، يتأسس على النموذج القديم للإشراف والحوار . فتكنولوجيا المعلومات سوف تعزز دور المدرس، ولكنها لن تحل محله أبدا . وكل الأفراد ممن دخلوا فى أى من الكليات يستطيعون الادلاء بشهادتهم بأن ما تعلموه ، قد تعلموه فى جزء منه - وربما يكون جزءا كبيرا - من زملائهم من الطلبة . وهذه أبعاد لا يمكن لأى قدر من المعلومات وحدها أن يحل محلها .

وبالتالى فإننا للمرة الثانية نرى أنه عند اتباع نماذج (B2B) والمنظومة المفتوحة ، لن يكون جمهورنا الحقيقى هو اساسا الطلبة كأفراد، وإنما هو بالأحرى زملاؤنا الكوكبيون فى التعلم - إبتداء من أعضاء كلية فى غانا ينشئون جامعة هندسية جديدة ووصولا إلى أستاذ فى ريو يلتمس طرائق أفضل لتوصيل الأسرار العميقة للاقتصاديات . فمصدر القوة الحقيقى

لمشروع الدراسة المفتوحة سيتأتى من الطرائق التى يتيح لنا بهـا أن نتشـارك فى قدرتنا مع الكليات والمعاهد الأخرى .

انعكس حماسنا حول إمكانات مشروع التعليم المفتوح فيما تلقيناه من دعـم علـى نطـاق عـالمى . فمنـذ صـدور إعلاننـا فـى أبريـل ٢٠٠١ ، تلقينـا بالمعنى الحرفى الآلاف من رسائل الدعم والتحمس له من انحاء العالم كله.

وبالطبع فقـد كـان ممـا شـجعنا بوجـه خـاص ، ذلـك الدعـم الأساسـى الكريـم الـذى تلقينـاه مـن مؤسسـة انـدرو و.ميلـون ومؤسسـة ويليـام وفلـورا هيوليت، وسـوف تقـوم المؤسسـتان معـا بتمويـل البدايـة العصيبـة للمشـروع ومرحلة الدراسة الاستطلاعية ، وقد تحـدد موعـد البدايـة ليكـون فـى خريـف ٢٠٠٢.[١] وستفيد الخبرة التى نكتسبها من المرحلة الأولـى فـى تحديـد تكلفـة المرحلـة الثانيـة وتحدياتهـا ، ومـن المتوقـع أن تسـتغرق هـذه المرحلـة سـت سنوات إضافية.

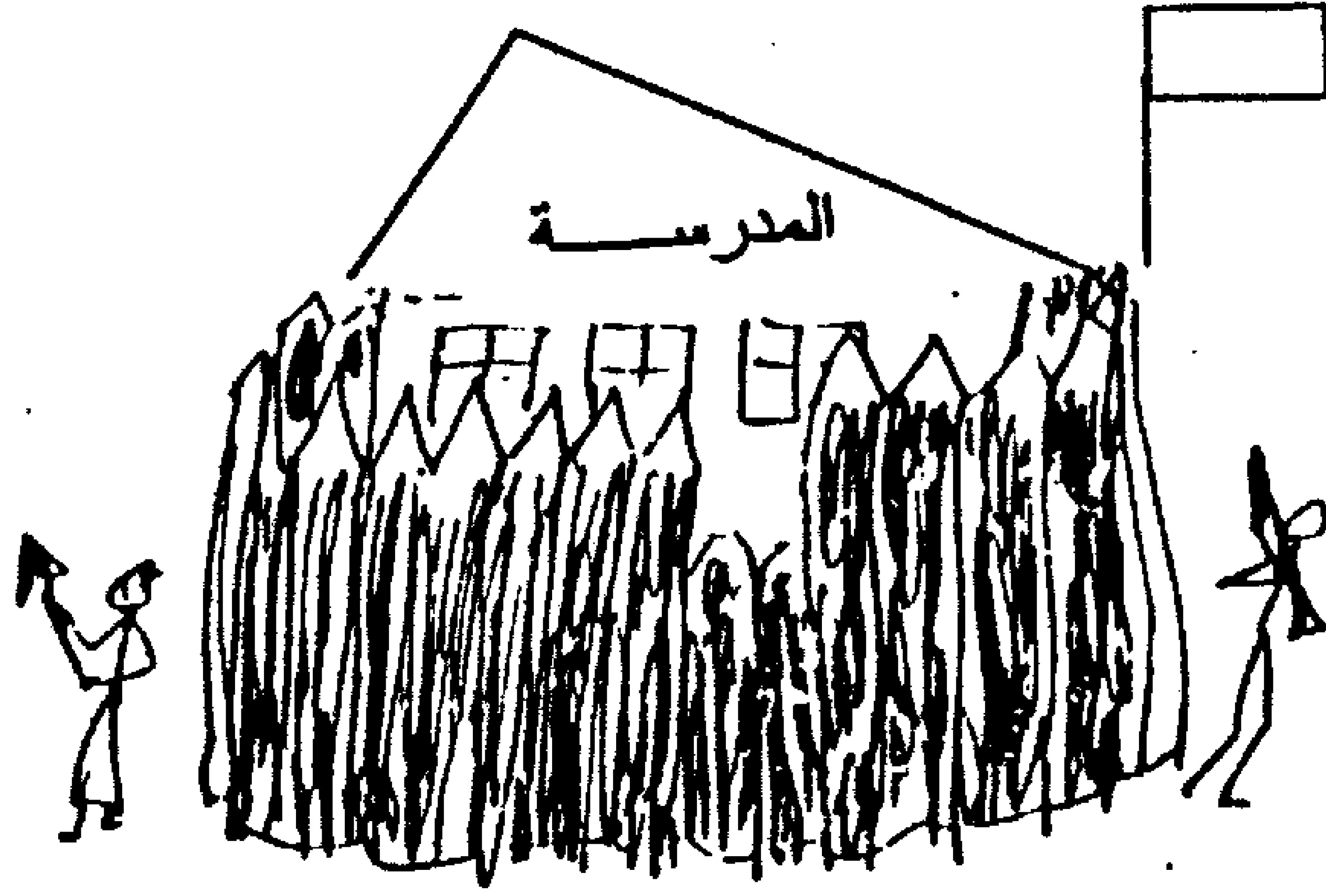
والآن وقـد اتخـذت هـذه المبـادرة مجراهـا علـى نحـو جـدى ، فمـن الطبيعى أننا نتطلع إلى المستقبل ، والى رؤيتنا النهائيـة العظيمـة للمشـروع، وهى أن يكون للمعاهد الأخرى الإرادة والقدرة علـى أن تفتـح واسـعا أبوابهـا الفكرية هى أيضا - وأن يصبح مشروع الدراسة المفتوحة فكرة تنتقل عدواها على نحو رائع . ويقول بول برست ، رئيس مؤسسة هيوليت ، "نحن نأمل أن يلهم هذا المشروع بجهود مماثلة فى معاهد أخرى وأن يدعم المفهوم بأن مـن الأفضل أن يُنظر إلى الأفكـار علـى أنهـا ملـك مشـاع لنـا كلنـا، وأنهـا ليسـت منتجات من ملكية خاصة يُقصد بها توليد الأرباح".

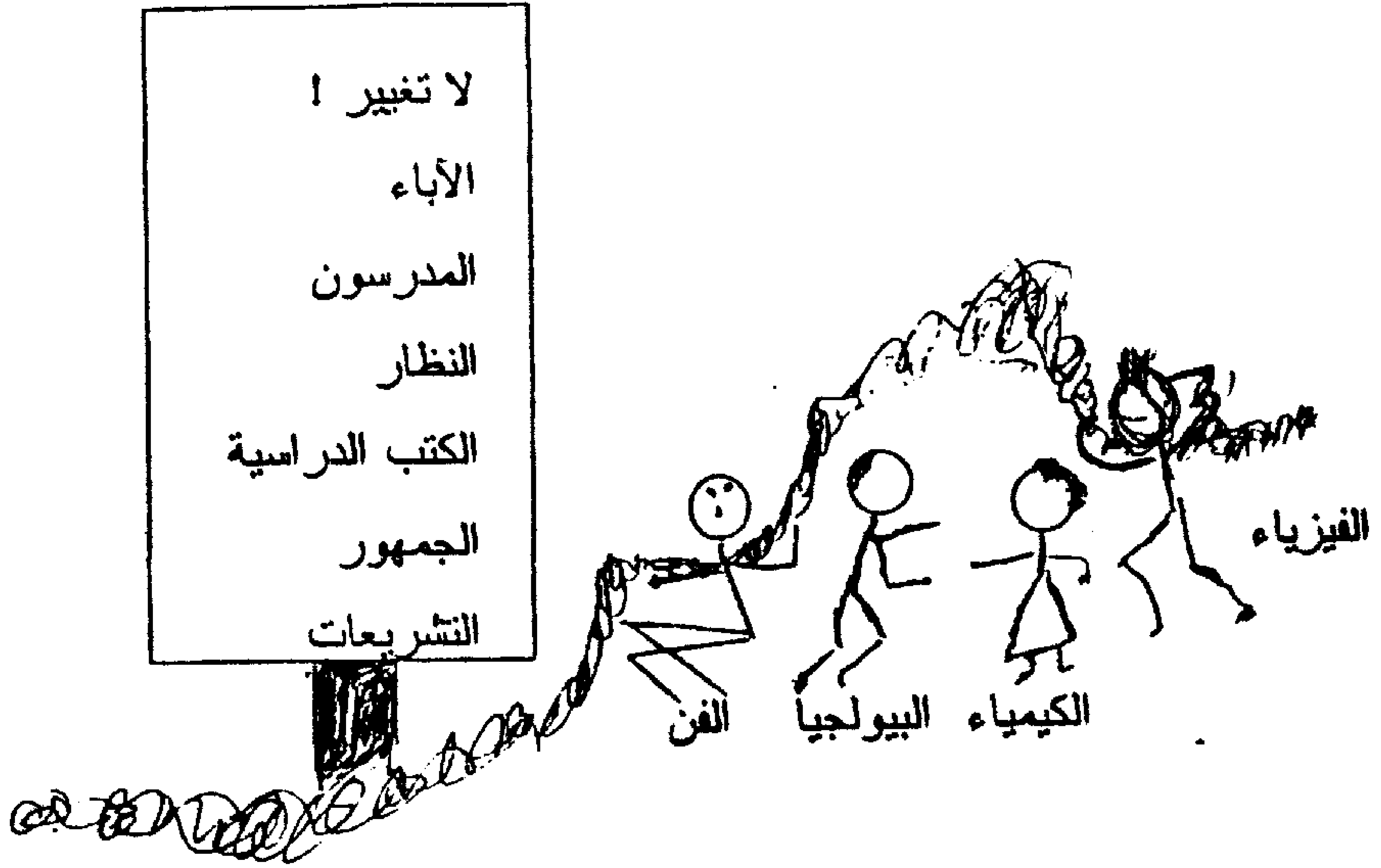
ربمـا يكـون مشـروع الدراسـة المفتوحـة فـى معهـد ماسـاتشوسـتس للتكنولوجيـا منطلقـا فـى الطريـق المعـاكس للمـزاج الحـالى حيث تهيمن قيـم السوق ، ولكنه إعلان فيه تمجيد عظيم لما يوجد على نحو متأصل فى شبكتى

الانترنت وويب من الانفتاح الديمقراطى والفرص المتاحة . وهو تعبير بالغ الكمال عن القيم والتقاليد الأساسية لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا هو وكل ما فى العالم من أروع المعاهد للتعليم الراقى. لقد بُنى المشروع على الإيمان بأن أقوى قوة للتغيير على وجه الأرض قد تكون حقا قوة التعليم ؛ وأن روح التعليم والتنامى البشرى هى المشاركة المجانية المفتوحة فى المعلومات والفلسفة ، ونماذج الفكر ؛ وأن التحدى الدائم الذى يواجه رجال التعليم هو العمل على توسيع إتاحة توصل العالم للمعلومات والأفكار وتشجيع الآخرين على فعل الشئ نفسه . إننا عندما نفتح بواباتنا الالكترونية ، نطل بذلك على بزوغ فجر بأمل هائل .

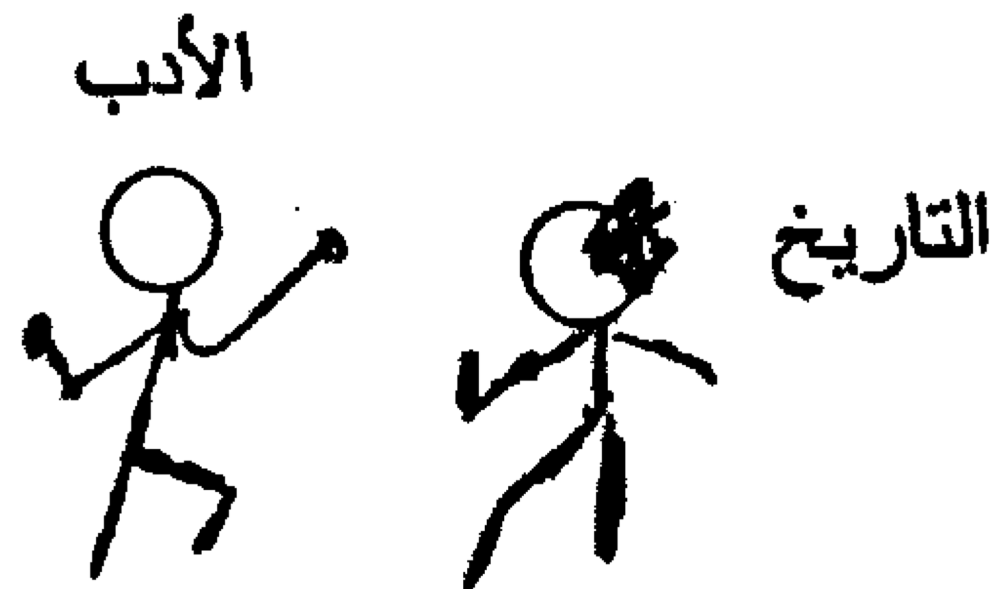
هامش

١ - بعد كتابة هذا المقال ، اطلق مشروع الدراسة المفتوحة لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا أول عروضه على شبكة ويب - فى دراسة استكشافية من ثلاثين مقررا دراسيا ممثلة لكل المدارس الخمس للمعهد. وخلال الشهر الأول من عمل الموقع (http://ocw.mit,edu) تم تلقى ٤٢ مليون زيارة من ٣١٥٠٠٠ زائرا منفردا، كان منهم ٣٠ فى المائه على الأقل من خارج الولايات المتحدة . وأتى الزوار من ١٧٧ بلدا مختلفا ومن كل القارات السبع بما فيها أنتاركتيكا (القطب الجنوبى).. وتلقى المعهد ما يزيد كثيرا عن ثلاثة آلاف رسالة بريد الكترونى عن الموقع ، وتكاد كلها تجمع على الامتنان أو التهنئة. وقد فاقت هذه الاستجابة أقصى توقعاتنا وأكدت ما نؤمن به من أن مشروع الدراسة المفتوحة له إمكاناته فى أن يفيد فى تغيير التعليم فى العالم كله.





" انه يقول أن هناك
نقطة ضعف فى بيولوجيا
الصف التاسع



الجزء الثانـى

إعادة تشكيل إطار

تعليم العلم .

عن خلق
المزاج العلمى

بروس ألبرتس

يسعدنى أن يكون لى شرف الإقرار بما قدمه ليون ليدرمان من إسهامات كثيرة فى التعليم ، وذلك عن طريق هذا المقال المختصر فى مناسبة عيد ميلاده الثمانين. وأنا كلما استمعت إلى ليون وهو يعزف إحدى لازماته الموسيقية الرائعة عن أحد الأمور العلمية الجارية التى تثيره ، أخبر من ذلك ومضة استرجاع للماضى - متذكرا كيف كانت أسرار العالم الكثيرة تثيرنى وتحيرنى عندما كنت ألاقيها أثناء طفولتى. ويذكرنى ذلك أيضا بما يمكن للمرء أن يشهده من حماس للتعلم عند زيارته لأى فصل فى رياض الأطفال - عندما يستكشف الصغار فى سن الخامسة العجائب الكثيرة التى يجدونها فيما حولهم .

ماذا ينبغى أن يكون الهدف المحورى للتعليم من أجل الحياة فى القرن الحادى والعشرين ، فى مجتمع سوف يخبر تغيرات سريعة كثيرة بسبب أوجه التقدم المستمرة المذهلة الناتجة عن العلم والتكنولوجيا ؟ أزعم أن الهدف فيما يجب هو أن ندعم ما عند صغار الأطفال من أفتتان بالتعلم - أثناء تقدمهم على مر ثلاثة عشر عاما أو أكثر فى منظوماتنا التعليمية التقليدية - وأن نوفر لهم فى الوقت نفسه المهارات التى سيحتاجونها ليبقوا ممن يتعلمون طول حياتهم تعليما فعالا . عندما يزور أى فرد فصلا دراسيا نمطيا للصف الثامن سوف يدرك أننا بعيدون حاليا عن هذا الهدف . ذلك أن المدرسة بالنسبة لعدد كبير من هؤلاء الذين يبلغ عمرهم الثالثة عشر ، تكون قد أصبحت تقريبا تدريبات لا أهمية لها عندهم ، وتبدو على غير صلة بحياتهم خارج المدرسة وغير قادرة على أن تنافس ما يوجد فى وسائل

الإعلام من الكثير من أوجه التسلية – فهذا مجتمـع فيـه إشـباع. ولعـل الأمـر الأكثر إحباطا بالنسبة لليدرمان ، أنه عندما يحين الأوان لتخرج هؤلاء الطلبة من المدرسة الثانوية ، فإنهم يوضعون فى أدنى مرتبة من القاع عند مقارنتهم دوليا فيما يتعلق بالرياضيات ، وتفهم العلم .

كيف يحدث أن دولة هى علميـا وتكنولوجيـا أكثر دول العـالم تقدمـا، تظل تنتج سنة بعد الأخرى طلبة فى السابعة عشر لهم هذه الإنجازات البائسة فى العلم والرياضـه؟ إن الإجابة على المستوى الأساسى ، إجابة بسيطة . ذلك أننا نجد أن معظم المجتمعات الكبيرة النابضـة بـالعلم والهندسـة فـى الولايـات المتحدة قد أصبحت منفصلة تماما عما يوفَّر للطلبة فى سنوات ما قبـل الكليـة من تعليم للعلم والتكنولوجيا والرياضيات . والأسوأ من ذلك ، أن أقسام العلـم والرياضــة فــى جامعاتنـا قـد فشـلت عمومـا فـى تدريـس مقرراتهـا التمهيديــة بطرائق تثير حماس الطلبة ، وتمكنهم من أن يمارسوا مباشـرة حـل المشـاكل حلا علميا من خلال تطبيق تعليم يتأسس على البحث ، وربــط تعليمهـم ربطـا واضحا بالعالم الـذى يخبرونـه خـارج البيئـة التقليديـة للتعليم . وبالتـالى فـإن الكليات الحالية للعلم والهندسة والرياضة تحدد معارفها بالنسبة لآباء ومدرسى المستقبل بطرائق تتعارض مع نموذج تعلم العلم والرياضة والتكنولوجيا الـذى أخذ يُطرح بقوة فى الوثائق الحديثة عن المعايير القومية لهذه الفـروع الثلاثـة من المعرفة (المجلس القومى للبحوث ١٩٩٦ ؛ الجمعية الأمريكية لتقدم العلـم ١٩٩٣ ؛ المجلس القومى لمدرسى الرياضيات ٢٠٠٠؛ مشـروع التكنولوجيـا لكـل الأمريكييـن ٢٠٠٠) . وكمثـل ، تشـجع هـذه المعــايير المدرسـين فــى المـدارس الثانويـة علـى أن يدرّسـوا مقـررا تمهيديـا بيولوجيــا كسلسـلة مــن استكشافات للأعماق يصل بها الطــلاب إلـى فهـم موضوعـات قليلـة محوريـة فهما عميقا . علــى أنـه سيكون مـن الغبـاء أن نتوقـع أن يحـدث ذلك إذا كنـا نعرّف البيولوجيا (تقرير ١٠١) فى جامعاتنا المرموقة تعريفـا يخـالف ذلـك ،

بأنها : مهمة هرقلية لأخذ عينات من كل المعارف التى اكتشفها البيولوجيون بشأن عالم الأحياء حتى يمكن للطلبة أن يعيدوا تكرارها فى الامتحانات.

ما الذى نريد التوصل إليه عن طريق تعليم العلم فى مدارسنا وكلياتنا؟ سيجيب معظم العلماء بأننا نريد أن نكتشف ونشجع أولئك الطلبة النادرين الذين لديهم القدرة ، والمزاج ، والاهتمام بأن يصبحوا العلماء القادة للجيل التالى . ولما كان الأساتذة العلماء حاليا قد تم اختيارهم هم أنفسهم بنظام يعلم البيولوجيا والكيمياء والفيزياء ، كمقررات كبيرة من المحاضرات مع معامل تعمل بما يشبه كتب وصفات الطهى - من غير إجراء بحث - فإن النزعة الطبيعية عند هؤلاء الأساتذة هى أنهم يفترضون أن النظام التعليمى الذى مارسوه يمثل " افضل العوالم الممكنة كلها" . وعلى أى حال ، فقد كانوا جميعا من الطلبة الذين يحوزون أعلى الدرجات فى هذه المقررات الدراسية، والذين تم اختيارهم أوتوماتيكيا على أنهم أولئك الذين تعلموا جيدا بهذه الطريقة التقليدية . ولكننا نعرف الآن أن الطلبة المختلفين يتعلمون أفضل تعليم بطرائق مختلفة ، ومن الواضح أن مقرراتنا التمهيدية سرعان ما تقصى أعدادا كبيرة من أفراد كان يمكن أن يصبحوا علماء بارزين لو أننا فقط وفرنا لهم أكثر من طريقة واحدة لاكتشاف مواهبهم واهتماماتهم .

إن المرء ليأمل فى هذا العالم الذى تتزايد هيمنة العلم والتكنولوجيا عليه ، لو أن معظم أساتذة العلم أعطوا إجابة أوسع عن السؤال الذى طرحته أعلاه . نحن بالطبع نريد تشجيع علماء المستقبل، ولكننا نريد أيضا أن نتوصل إلى هدف أكبر كثيرا ، هدف كان جواهر لال نهرو يتمناه للهند منذ نصف قرن : أن نخلق - من خلال مقرراتنا الدراسية العملية - "مزاجا علمياً " لأمتنا (المجلس القومى للبحوث ١٩٩٨).

كم كان محبطا لليدرمان ولى أيضا أن نرقب معدل السرعة الفاترة التى أمكن لنا بها تحسين جودة تعليم العلم الذى نمد به كل الطلبة . وعلى أى

حال فإن النجوم تبدو وكأنها جميعاً فى صف واحد. وحسب أبحاث المسح والتحليل التفصيلية فى كتاب " تدريس المهارات الأساسية الجديدة " الذى ألفه ريتشارد مورنين وفرنك ليفى، فإن فيها ما يشهد بأن مجتمع الأعمال يُجمع فيما يبدو على رغبته القوية فى الحصول على خريجى مدارس ثانوية يستطيعون حل المشاكل ، والتفكير بالكم ، وأن يكونوا بوجه عام أكثر اتصافا بأنهم " يعملون فكرهم ليدبروا عيشهم" (مورنين وليفى ١٩٩٦). وعندما نقرأ توصيفاتهم لأوجه النقص فى قوة العمل بالولايات المتحدة ، لايملك المرء إلا أن يُذهل مما يبدو من توافق كامل بين خلق خريج مدرسة ثانوية قادر على أن يكون مساهما بإنتاجية فى اقتصادنا وبين نوع تعليم العلم المؤسس على البحث ، الذى تمت التوصية به بالنسبة لكل الطلبة من سن الخامسة حتى الثامنة عشر" فىالمعايير القومية لتعليم العلم" (أنظر http://www.nap.edu/catalog/9596.html). وبنفس المنطق بالضبط، نجد أن هناك حاجة شديدة لوجود مهارات لحل المشاكل عند كل المواطنين، حينما يكون عليهم صنع خيارات حكيمة عندما يواجهون بالعدد الهائل من القرارات الشخصية والمجتمعية والقومية التى يحتاجون لاتخاذ قرار فيها فى ديمقراطيتنا تلك التى تتزايد أبدا فى تعقدها .

يجد بوب جالفن ، أحد قواد الصناعة الحديثة ، أن عليه الاحتفاظ فى موتورولا بأعداد كبيرة من خريجى المدرسة الثانوية الذين اعدوا على نحو سئ حتى يمكنهم القيام بوظائفهم فى اعمال من أبسط مستوى ، وهو يقول :

> إننا نجد أن معظم مواصفات المهارات الضرورية للأطفال لا تتضمن قائمتها "تعلم التعلم" ، فى حين أن هذه المهارة ينبغى أن تكون المهارة الأساسية التى تعتمد عليها كل المهارات الأخرى. إن الحقائق التى يحفظها الطالب هى أساس معظم الاختبارات التى تجرى الآن فى المدارس ،

وهذا أمر قليل الفائدة فـى عصـر تتضـاعف فيـه المعلومـات كل سـنتين أو ثـلاث . ولدينـا نظـم خبـيرة فـى الكمبيوتـرات والانترنت تستطيع أن تمدنا بالحقـائق التـى تـلزم لنـا عندمـا نحتاجهـا .إن مـا تحتاجـه قـوة العمـل عندنـا هـو أن تسـتخدم الحقائق فى المساعدة على انشاء حلول للمشاكل .

ما الذى يحتاجه الأمر لصنع تقدم حقيقى فـى توفـير تعليـم لـه جودتـه لكل الأمريكيين ؟ سيحتاج الأمر أول كل شئ إلى أن تلتزم كل الفئات المهنيـة التزاما دائما بالاتصال المباشر بعالَم مدرس مرحلة (الحضانـة - الصـف١٢)، وان نستمع إلى أصوات هؤلاء المدرسين، وآمـالهم ، وأفكـارهم حتـى يكونـوا على نحو فعال أنصارا داعمين لنظام تعليم عـام يتـم تحسـينه تحسـنا هـائلاً - إبتداء من مدارسهم المحلية . قضيت أكثر من ثمانية أعوام رئيسـا للأكاديميـة القومية للعلوم ، حيث كان أحد أهدافى الرئيسية هو العمل على تحسين جـودة تعليم العلم فى مدارس أمتنا . وأعتقد أن إحدى أهم المهام التى تواجه التعليـم الأكاديمى الآن هى الحفز على خلق اتصال منتج يجرى فى الإتجاهين ما بين أفضل علماء أمتنا والكثرة من مدرسى العلم فـى كـل المستويات ، أى أولئـك الأبطال المتفانين . وقد أقام لنا ليونارد ليدرمان من نفسه مثـلا يلهمنـا جميعـا من حيث هذا الجهد الخطير .

والخلاصة ، أنه يلزمنا جميعا أن نتذكر أن التحدى الذى يواجـه مـن يريدون ترقية التعليم هو أن يخلقوا نظاما تعليميا يسـتغل مـالدى الأطفـال من فضول طبيعى ، بحيث يحتفظون بما لديهم من دافع على التعلم ، ليس فحسب أثناء سنوات الدراسة - وإنما فى حياتهم كلها .

وأنهـى مقـالى بالاستشـهاد بقول لريتشـارد فينمـان ، الـذى كـان مثـل ليدرمان فيزيائيا متميزا وكذلك أيضا صاحب قدرة ملهمة فى التواصل . ذات صيف فى جبال كاتسكيل بنيويورك ، عندما كان فينمان صبيا ، سـأله صبـى

آخر ، " أترى ذلك الطير؟ ما نوع ذلك الطائر ؟" وأجاب فينمان ، "ليس لدى أدنى فكرة عن ذلك ." وأجاب الصبى الآخر "ألا يعلمك أبوك شيئا !" ولكن والد فينمان كان قد علمه 'بالفعل' ما يتعلق بذلك الطائر - وإن كان ذلك بطريقته الخاصة . ويتذكر فينمان كلمات والده:

"أترى ذلك الطائر ؟ إنه صداح سبنسر .(كنت أعرف أنه لا يعرف اسمه الحقيقى) ... تستطيع أن تعرف اسم هذا الطائر بكل لغات العالم ، ولكنك عندما تنتهى من ذلك ، ستجد أنك لا تعرف مطلقا أى شئ عن الطائر . سيدور ما تعرفه فقط حول أفراد البشر فى الأماكن المختلفة وما يسمون به الطائر . دعنا إذن ننظر إلى الطائر لنرى ماذا يفعله - فهذا هو الأمر المهم".

المراجع

American Association for the Advancement of Science. Benchmarks for Science Literacy. New York: Oxford UnIversity Press, 1993.

Murnane, Richard J., and Frank Levy. Teaching the New Basic Skills: Princioles for Educating Children to Thrive in a Changing Economy. New York: Simon and Schuster, Inc., 1996.

National Council of Teachers of Mathematics. Principles and Standards for School Mathematics. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics, 2000.

NationalResearch Council. Every Child a Scientist: Achieving Scientific Literacy for All. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998.

National Research Council. National Science Education Standards. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.

Technology for All Americans Project. Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology. Reston, Va.: International Technology Education Association, 2000.

إعادة التفكير فى العلوم الفيزيائية
فى برامج المدرسة

رودجر و. بايبى

كتبت هذا المقال تكريما لإسهامات ليون ليدرمان فى تعليم العلم ، واستخدمت فيه علوم الفيزياء كمثل محدد للمناقشة بمدى أوسع لإصلاح المنهج الدراسى . سأعرض بعض التبصرات حول "المعايير القومية لتعليم العلم " (المعهد القومى للبحوث ١٩٩٦) وحول تقارير من "الدراسة الدولية الثالثة للرياضيات والعلم" (وزارة التعليم فى الولايات المتحدة ١٩٩٦ و١٩٩٧ و ١٩٩٨). وآمل خلال هذه المناقشة أن أوسع منظورنا لإصلاح تعليم العلم المؤسس على معايير وأن أزود بتبصرات حول تصميم وتوصيل المناهج العلمية فى القرن الواحد والعشرين .

ما السبب فى المنهج المؤسس على معايير ؟

تكمن قوة المعايير فى قدرتها على تغيير مكونات أساسية فى النظام التعليمى. وهذه المقدمة لها نقط أساسية عديدة تستحق الملاحظة . المعايير لها القدرة على أن تسبب تغييرا أو تؤثر فى التغيير ، إلا أن التغييرات الفعلية سوف تتباين حسبما يتم به تفسير المعايير بلغة من برامج المنهج ، وممارسات التدريس ، والسياسات التعليمية التى تخطِّط لتنفيذ وإستمرار التغييرات التى تتضمنها المعايير. تتضمن المعايير تغييرات فى جوهر التدريس ، الأمر الذى أعنى به محتوى المنهج ، وتكنيكات التدريس، واستراتيجيات التقييم، وتعليم المدرسين ، وبرامج الترقية المهنية. وهذه نقطة مهمة فى عصر الإصلاح حيث نرى ابتكارات عديدة قد تكون لها جدارتها ولكنها ليست بالضرورة موجهة إلى تغييرات أساسية لها إمكانات عالية لدعم تعلم الطالب . وأنا أشير هنا إلى ابتكارات مثل الإدارة المؤسسة على الموقع،

وإيصالات الاختيار(*) ؛ والمدارس التعاقدية.(*) وحتى يكون الأمر واضحا فإن تقييم هذه الإبتكارات يكمن فى النهاية فيما يتعلمه الطالب وليس فى قيمتها السياسية.

تؤثر المعايير فى النظام التعليمى بأكمله كنتيجة لحقيقة طبيعتها من حيث أنها مدخلات ، ولكنها أيضا تعيّن "المخرجات" التى نستخدم بشأنها سؤالا تحديديا هو "ماذا ينبغى أن يعرفه الطلبة كلهم وتكون لديهم القدرة على فعله ؟" لقد ركزنا أساسا فى التاريخ التعليمى على "المدخلات" بأمل تحسين "المخرجات" – أى أن يكون تعليم الطالب تعليما أكبر. وبالتالى فإننا مثلا نغير طول زمن السنة المدرسية ، وطول المقررات الدراسية العلمية ، والكتب الدراسية ، والتكنولوجيات ، وتكنيكات التدريس. والمقصود من كل هذه المدخلات أن تدعم التعلم ، ولكنها ظلت غير متسقة ، وليست موجهة إلى هدف مشترك ، وتتركز حول جوانب مختلفة من النظام التعليمى . وتتميز الكثير من التحليلات المعاصرة للمنهج الدراسى للعلم بما فيها من انعدام التماسك والاتساق .

(*) إيصالات الاختيار Vouchers : نظام إعطاء إيصالات للوالدين مقابل مبلغ من المال يدفعونه للولاية ، وتتيح لهم هذه الإيصالات حق اختيار المدرسة التى يدخلها أطفالهم والتى يرى الوالدون أنها الأفضل تعليما، وذلك بصرف النظر عن أى قيود أخرى مثل مكان السكن وموقع المدرسة .(المترجم)

(*) المدارس التعاقدية Charter Schools : نوع من المدارس العامة التجريبية التى تتحرر من الكثير من لوائح المدارس العامة التقليدية بهدف تحقق رؤية تعليمية معينة لخدمة مجموعة سكانية خاصة وذلك بإدارة فيها نوع من الاستقلال الذاتى ويتم فيها تعاقد بين المدرسة والهيئات المشرفة فيما يتعلق بالمنهج والنتائج المطلوبة .

(المترجم)

المعايير القومية وعلوم الفيزياء

ينبغى قبل أن نناقش المعايير القومية أن يتفهم القارئ المنظـور الـذى استرشد به بحثنا لهذا المشروع . سنجد بالنسبة لمعظم الطلبة أن بيولوجيا الصف العاشر تشكل خبرتهم النهائية بالعلم فى المنهج المدرسى للصفوف الأثنى عشر . ويمكننا ذكر ذلك بطريقة أخرى بأن نقول أنه حيث أن الكيمياء والفيزياء تدرس عموما فى الصفين الحادى عشر والثانى عشر حسب الترتيب ، فإن معظم الطلبة لا يتلقون مقررات علمية تقدم لهم مفاهيم علم الفيزياء الأساسية لفهم العالم الطبيعى . وهكذا فإن أحد أهداف المعايير القومية هو أن تطرح محتوى العلم والتوصيات عنه بطريقة ينتج عنها أن تصبح العلوم الفيزيائية جزءا من ممارسات الطلبة فى المدرسة الثانوية . وحتى نكون واضحين ومباشرين فإن المعايير القومية توصى بأن ينمى الطلبة "كلهم" ويتفهموا المفاهيم الأساسية المصاحبة للعلوم الفيزيائية .

على الرغم من أن معظم العلماء ومعلمى العلم يدركون الأبواب المذكوره فى الجدول (١) ويؤكدون على ما فيه من معايير ، إلا أنهم كثيرا ما تفوتهم الحقائق التعليمية والسياسية للتوصيات (وهم فى الغالب يطرحون دائما مفاهيم علمية أخرى أو يوصون بتوسعات لما يوجد منها فى تلك المعايير ، ولكن هذه قضية أخرى تستحق المناقشة) . تكمن الطبيعة الجسور للتوصيات فى حقيقة أنها تنطبق على "كل" الطلبة وبالتالى فإنها تتضمن أنه ينبغى تغيير شئ ما فى الطريقة التى تنظم بها المدارس البرنامج العلمى ، خاصة فى المنهج الدراسى للعلم بالمدرسة الثانوية . بمعنى أن "المعايير القومية لتعليم العلم" (المجلس القومى للبحوث ١٩٩٦) قد أرست سياسات، إذا تم تنفيذها ، تتيح للطلبة كلهم الفرصة لتعلم مفاهيم أساسية فى علوم الفيزياء. وبالنسبة لمن يهتمون بذلك من الولايات والمدارس ومدرسى العلوم ستصبح التغيرات فى المقرر نتيجة محتومة للمعايير القومية .

ينبغي على المرء أن يلاحظ نقطة رهيفة وإن كانت جوهرية: فالمعايير القومية تعين في خطوط عريضة محتوى العلم الفيزيائي وليس المنهج الدراسي. وأستشهد هنا بما ورد في المعايير القومية :

> المنهج الدراسي هو الطريقة التي يتم بها توصيل المحتوى ؛ وهو يتضمن البنية ، والتنظيم ، والاتزان ، والطرح للمحتوى في حجرة الدراسة ... إن معايير المحتوى ليست دروس العلم، أو الفصول ، أو مقررات الدراسة ، أو برامج العلم في المدارس . ويمكن تنظيم مكونات محتوى العلم الذي وصفناه عن طريق أنواع شتى من المنظور وتأكيد الاهتمام في مناهج دراسية كثيرة مختلفة . ليس المقصود بالتخطيطات المنظمة لمعايير المحتوى أن تستخدم كمناهج دراسية ؛ وبدلا من ذلك فإنه يُترك لمن يخططون وينفذون المناهج الدراسية في برامج العلم معالجة ما يكونه مداها، وتتابعها وتنسيق المفاهيم ، والمعالجات ، ورؤوس الموضوعات . (وزارة التعليم بالولايات المتحدة ١٩٩٦)

من الواضح أن المعايير القومية تترك بنية المنهج الدراسي للمحترفين من منشئ المناهج الدراسية ، مثل ما في " دراسة المنهج الدراسي للعلوم البيولوجية" ؛ كما تترك أمرها للولايات ومنظومات المدارس ، مثل المنطقة المدرسية الموحدة لكاليفورنيا وسان دييجو ؛ ولقواد التعليم العلمي مثل ليون ليدرمان .

جدول (١) دراسة " المنهج الدراسي للعلوم البيولوجية" بطريقة البحث

إطار للصفوف من ٦ - ١١

	دعنا نلقى نظرة			دعنا نلقى نظرة أدق		
	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
العلم كبحث (أسبوعان)	العلم كطريقة للمعرفة	العلم كطريقة للمعرفة	العلم كطريقة للمعرفة	العلم كطريقة للمعرفة	العلم كطريقة للمعرفة	العلم كطريقة للمعرفة
مفاهيم جوهرية (فيزيائية) (٨ أسابيع)	• خواص وتغير خواص المادة • فصل للتكامل	• الحركات والقوى • فصل للتكامل	• نقل الطاقة • فصل للتكامل	• تركيب الذرات • تركيب وخواص المادة • فصل للتكامل	• التفاعلات الكيميائية • الحركات والقوى • فصل للتكامل	• تفاعلات الطاقة والمادة • بقاء الطاقة وتزايدالاضطراب • فصل للتكامل
مفاهيم جوهرية(الحياة) (٨ أسابيع)	• البنية والوظيفة في المنظومات الحية • التكاثر والوراثة • فصل للتكامل	• تنوع وتكيف الكائنات الحية • العشائر والمنظومات الإيكولوجية • فصل للتكامل	• التنظيم والسلوك • فصل للتكامل	• الخلية • سلوك الكائنات الحية • فصل للتكامل	• الأساس الجزيئي للوراثة • التكور البيولوجي • فصل للتكامل	• المادة والطاقة والتنظيم في المنظومات الحية. • الاعتماد المتبادل بين الكائنات الحية • فصل للتكامل
مفاهيم جوهرية (الأرض - الفضاء) (٨ أسابيع)	• بنية منظومات الأرض • فصل للتكامل	• تاريخ الأرض • فصل للتكامل	• الأرض في المنظومة الشمسية • فصل للتكامل	• الدورات الكيميائية - الأرضية • فصل للتكامل	• أصل وتطور منظومة الأرض • أصل وتطور الكون • فصل للتكامل	• الطاقة في منظومة الأرض. • فصل للتكامل.
تاريخ وطبيعة العلم (أسبوعان)	• العلم كمسعى بشرى	• طبيعة العلم	• تاريخ العلم	• العلم كمسعى بشرى	• طبيعة المعرفة العلمية	• منظور تاريخي
العلم بمنظور شخصي واجتماعي/العلم والتكنولوجيا(٨ أسابيع)	• المخاطر الطبيعية • عوامل الخطروالاستفادة • قدرات التخطيط التكنولوجي	• الصحة الشخصية • السكان ، والموارد، والبيئات	• العلم والتكنولوجيا في المجتمع • مفهومات حول العلم والتكنولوجيا	• الصحة الشخصية وصحة المجتمع •المخاطر الطبيعية والمخاطر التي يحدثها الإنسان • قدرات التخطيط التكنولوجي • نوعية البيئة	• النمو السكاني •الموارد الطبيعية • نوعية البيئة • الصحة الشخصية وصحة المجتمع	• العلم والتكنولوجيا إزاء التحديات المحلية ، والقومية ، والكوكبية . • مفاهيم حول العلم والتكنولوجيا •الموارد الطبيعية

وحدات تكميلية موسعة على المعايير

—— جاري تنميتها

المراجعة الأخيرة ٢٠٠٢/١٠/١٠

الدراسة الدولية الثالثة للرياضيات والعلم

جذبت نتائج الدراسة الدولية الثالثة للرياضيات والعلم (د ث ر ع) انتباه المربين والجمهور فى وأواخر تسعينيات القرن العشرين ، أى فى الفترة نفسها مثل المعايير القومية . وباعتبار ما تجمّع لدينا عن ضعف الانجازات العلمية حسب دراسة (د ث ر ع) هى والمعايير الجديده فقد ثبت أن هذا كان فيه دافع قوى لنا لنعيد التفكير فى منهج العلوم ، خاصة العلوم الفيزيائية .

تمدنا دراسة (دث ر ع) بسيناريو لما ينجزه الطالب ابتداءا من الصفوف الأولى وخلال كل دراسته فى المدرسة الثانوية . وكانت للنتائج التى صورتها الدراسة تبصرات محبطة ؛ فأظهر طلبة الولايات المتحدة عمليا تزايد انخفاض انجازاتهم كلما وصلوا لصف أعلى . وعند مقارنتهم بالبلاد الأخرى نجد أنه كلما زاد الوقت الذى يقضيه الطالب فى المدرسة ، زاد انخفاض انجازه فى العلم. وفيما يلى بيانات أخذت من تقارير للمركز القومى لاحصاءات التعليم بشأن دراسة (دث ر ع) وتلخص سيناريو انجازات الطالب فى الصف الرابع والثامن والثانى عشر .

- عند مقارنة طلبة الصف الرابع فى الولايات المتحدة فى كل من العلم والرياضة مع الدول الست والعشرين فى تقييم دراسة (دث ر ع) للصف الرابع نجد ان درجاتهم فوق المتوسط ... ونجد فى العلم أن ١٦ فى المائة من طلبة الصف الرابع فى الولايات المتحدة تصل مرتبتهم إلى أعلى عشرة فى المائة فى العالم ... لا يفوق طلبتنا فى أدائهم إلا بلد واحد فقط – وهو كوريا (وزارة التعليم فى الولايات المتحدة ١٩٩٧) .

- تقل درجات طلبة الصف الثامن فى الولايات المتحدة عن المتوسط بالنسبة لانجازهم فى الرياضة وتزيد عن المتوسط بالنسبة لانجازهم فى العلم ، وذلك عند مقارنتهم بالدول الإحدى والأربعين فى تقييم دراسة

(دث ر ع) . ونجد بالنسبة للعلم ، أن الترتيب الدولى لطلبتنا فى الصف الرابع بالنسبة لعلم الأرض ، وعلم الحياة، والقضايا البيئية هو ترتيب أقوى مما فى الكيمياء والفزياء (وزارة التعليم فى الولايات المتحدة ١٩٩٦) .

- تبلغ درجات طلبة الصف الثانى عشر فى الولايات المتحدة أقل من المتوسط الدولى وهم من بين أقل إحدى وعشرين دولة فى دراسة (دث ر ع) بالنسبة للرياضيات وكذلك أيضا المعلومات العامة فى العلم وذلك فى السنة النهائية من المدرسة الثانوية (وزارة التعليم فى الولايات المتحدة ١٩٩٨).

وفى ضوء هذه المناقشة بالذات ، نجد أن درجات طلبة الصف الرابع فى علوم الفيزياء هى الأقل عند مقارنتها بالعلوم الأخرى (وإن كانت أعلى من المتوسط) (تقرير وزارة التعليم فى الولايات المتحدة ١٩٩٧). ونجد عند الصف الثامن أن درجات الطلبة فى الفيزياء والكيمياء لاتختلف اختلافا له مغزاه عن المتوسط الدولى، ولكنها أقل من درجات طلبة الولايات المتحدة فى علم الأرض ، وعلم الحياة ، والقضايا البيئية . والحقيقة أن درجات طلبتنا الأفضل من المتوسط بالنسبة لقضايا البيئة ، وعلم الأرض ، وعلم الحياة ، هى التى يرجع إليها السبب فى أن التقدير العام لدرجات العلم يصل إلى فوق المتوسط (وزارة التعليم فى الولايات المتحدة ١٩٩٦). ونجد عند الصف الثانى عشر أن درجات طلبة الولايات المتحدة تقع بين أقل الدرجات، وأن الإنجاز بالنسبة لعلوم الفيزياء هو بأقل الدرجات بالنسبة لكل العلوم.

البيانات المذكورة أعلاه توصّف انجاز الطلبة "ككل" . على أن انجاز طلبة المستوى الرفيع لهو حتى أكثر إحباطا . وبالاستشهاد بالتقرير فإن " أداء طلبة الولايات المتحدة فى الفيزياء ورياضيات المستوى الرفيع تقع مرتبته بين أدنى ستة عشر قطر أجرى لها تقييم الفيزياء ورياضيات هذا المستوى

(وزارة التعليم فى الولايات المتحدة ١٩٩٨) . والحقيقة أنه لا توجد أقطار درجاتها أقل من الولايات المتحدة فى تقييم الفيزياء . أما طلبة الولايات المتحدة الذين درسوا أو مازالو يدرسون مقررات المستوى الرفيع فى الفيزياء فقد كان أداؤهم أفضل ، ووصلت درجاتهم إلى ماهو أحسن من درجات فرنسا والجمهورية التشيكية كما زادت درجاتهم زيادة لها مغزاها عن النمسا."

الاستنتاج الذى وصلتُ له من هذه النتائج هو أنه قد حان الوقت لأن نعيد التفكير فى المنهج الدراسى للعلم ، خاصة بالنسبة للعلوم الفيزيائية، ويمكن استخدام ("المَعايير القومية لتعليم العلم" ١٩٩٦) كأساس للعلوم الفيزيائية . وعندما نعيد التفكير فى المنهج الدراسى للعلم يجب ان نعالج أمر قضايا منهجية أساسية عديدة .

إعادة تخطيط المنهج الدراسى للعلم

ينتج ما يتعلمه الطلبة فى المدرسة عن عوامل كثيرة . وهذا تبصر يبدو نسبيا أنه أمر جلى . أحد العوامل الواضحة هى المنهج الدراسى وهناك عامل آخر هو الفرصة التى تتاح للطلبة لتعلّم محتوى له قيمته . وتوفر دراسة (دث رع) أمثلة لبلاد كان أداؤها أفضل وأخرى أداؤها أسوأ بالنسبة للمحتوى حسب الاهتمام به فى نوعى البلاد بالترتيب . وكمثل ، نجد فى الولايات المتحدة أن طلبة الصف الثامن ترتيبهم هو الثانى بين البلاد فى دراسة (دث رع) فيما يتعلق بموضوعات "دورات الحياة والوارثيات " التى تُعلَّم على نطاق واسع فى المدارس الابتدائية والإعدادية. أما بالنسبة "للتغيرات الفيزيائية" فإن ترتيب طلبتنا يقترب من القاع بين البلاد فى دراسة (دث رع) بما يعكس اهتماما أقل بالنسبة لها فى المناهج الدراسية للولايات المتحدة (المجلس القومى للبحوث ١٩٩٦ ؛ شميت وماك نايت ١٩٩٨).

يمكن للمرء أن ينظـر أمـر قضايـا شـتى عند إعـادة تخطيـط المنهـج الدراسى للعلوم . وكمثل هنـاك الوقـت ، والتوقعـات ، وعـدد الموضوعـات ، وترتيب الموضوعات وزيادة التأكيد أو الإقلال من التأكيد على الموضوعات. وبالنسبة لمقدار الوقت المخصص للعلـم فـى الصفيـن الرابـع والثـامن يقضـى طلبة الولايات المتحدة وقتا فى دراسة العلم 'أكـثر' ممـا فـى بـلاد كثـيرة فـى دراسـة (دث رع) (وزارة التعليم فـى الولايـات المتحـدة ١٩٩٦) . ويبـدو أن طلبتنا يتوفر لديهم الوقت لتعلم العلم ، وبالتالى يجـب أن تكـون هنـاك ملامـح أخرى من المنهج ننظر فى أمرها عندما نعيد التفكير فى وضع علـم الفيزيـاء فـى برنـامج المدرسـة . ونسـتطيع علـى وجـه التحديـد أن ننظـر أمـر تركـز المنهج، وتماسكه ، والفاعلية الاكاديمية .

التركز فى المنهج يقيـس مـا لـدى الطلبـة مـن وقـت وانتبـاه وفرصـة متاحة لتعلم المحتوى. يطرح على الطلبة فـى الولايـات المتحـدة موضوعـات عددها أكثر فى زمن أقل مما يُطرح على نظرائهم فى البلاد الأخرى . ومـن الواضح أن ما يتعلمونه أقل مما يتعلمه نظرائهم فى بلاد دراسـة (دث رع) . وهذا مثل يبيـن أن "كمـا أكبر يعنـى فهمـاً أقـل " عندمـا يتعلـق الأمـر بـتركز المنهج والتعلم (شميت وآخرون ١٩٩٩).

التماسك فى المنهج الدراسى ملمـح آخـر يسـتحق النظـر فـى أمـره . يقيس التماسك ترابط أفكار العلم والمهارات عندمـا تتـاح للطلبـة فـرص تعلـم أفكار محددة وتنميـة المهـارات بمـرور الوقـت . ونجـد فـى المنهـج الدراسـى المتماسك أنه يتم على مر الوقت طرح وتنمية المحتوى بسلاسة وعـن قصـد. يتم طرح المحتوى العلمى مثل "خواص الأجرام والمواد" من خـلال الأنشـطة فـى مسـتوى الحضانـة حتـى الصـف الرابـع. ثـم تصبـح هـذه المفـاهيم بعدهـا الأسـاس لأنشـطة أكـثر تعقـدا تـدور حـول "خـواص المـادة وتغـيرات هـذه الخواص" و"بنية الذرات" وذلك فى الصفوف من ٥ - ٨ ومن ٩-١٢.

وأخيرا ، فقد لاحظت انعدام الفاعلية في المناهج الدراسية للعلوم . وأنا أشير بذكر هذه الفاعلية إلى طرح وتنمية المفاهيم والمهارات التي تعد أساسية للعلم . فإعادة تخطيط المنهج الدراسي للعلوم تتطلب رؤية واضحة موحدة . وينبغي أن يكون المحتوى مركزا ، ومتماسكا ، وفعالا .

تخطيطات جديدة لعلم الفيزياء

توفر دراسة (د ث ر ع) أساسا منطقيا لأن نضمّن المزيد من علم الفيزياء في برامج المدرسة وتوفر المعايير القومية المحتوى الذي ينبغي تدريسه ، ثم يتبقى لنا ما يلزم لتنظيم المناهج وما يلزم لمشاكل التخرج وتسلسل ما يقدم من مقررات . وهناك توصية من أجرأ التوصيات المعاصرة صدرت عن ليون ليدرمان وهي ما طرحه من أن يكون تدريس الفيزياء أولا في الصف التاسع . ثم يعقب مقرر الفيزياء مقرر للكيمياء والبيولوجيا في الصف العاشر والحادي عشر حسب الترتيب (ليدرمان ٢٠٠١ ؛ باردين وليدرمان ١٩٩٨). وتصلح هذه الطريقة للتناول في تلك الولايات والمناطق المدرسية التي تتطلب دراسة العلم لثلاث سنوات من أجل التخرج . ولاريب أن هذه الطريقة تضع علم الفيزياء في موضع منهجي ، ينتج عنه زيادة عدد الطلبة الذين يتعلمون بعض محتوى العلم الأساسي مثل تحولات الطاقة ، والقوى والحركة ، وبنية وخواص المادة .

نستطيع أيضا أن نتبع تخطيطا جديدا لعلم الفيزياء بأن نطرح طريقة تناول متكاملة للصف التاسع ، والعاشر ، والحادي عشر . وتعمل حاليا (دراسة المنهج الدراسي للعلوم البيولوجية) في صنع برنامج متكامل فيه محتوى علمي من المعايير القومية . ويعرض الجدول (١) محتوى دراسة المنهج الدراسي للعلوم البيولوجية.

وسواء استخدمت طريقة تناول الفيزياء أولا أو طريقة تناول التكامل، فإن التخطيط الجديد للمنهج الدراسي سيتطلب ثلاث سنوات لدراسة العلم ،

وأن يكون فيه تغيير له مغزاه بالنسبة لنظم المدارس ، كما يتطلب دعما تنمويا مهنيا لمدرسى العلوم .

توصيل منهج دراسى مؤسس على المعايير :
إجابة شائعة

ماذا يتطلب الأمر لتوصيل محتوى علم الفيزياء فى منهج دراسى مؤسس على المعايير ؟ قبل إصدار المعايير القومية كنت سأجيب عن هذا السؤال بأسلوب هو إلى حد كبير بسيط ومباشر . كنت سأتقدم عندها بإجابة تعليمية شائعة . استخدام معايير المحتوى كأساس للتخطيط ، وإنشاء وتنفيذ مادة تدريسية . كما أنى من حيث توضيح تفاصيل هذه التوصية كنت سأوصّف خصائص مواد تدريسية ابتكارية ، وطرق التناول المختلفة بالتدريس لتنمية فهم الطالب وقدراته ، والحاجة إلى تناول مشاغل مدرسى العلم ، وأهمية الدعم الإدارى من أجل تنفيذ المواد الجديدة . وكنت سأطرح بعدها الحاجة إلى الجمع بين التنمية المهنية واصلاح المنهج الدراسى لأن الأمر فى النهاية أن مدرسى العلم هم المسئولون عن إرساء وتنمية الروابط بين محتوى المنهج الدراسى وبين تفهم الطلبة العلمى وقدراتهم العلمية .

صدرت " المعايير القومية لتعليم العلم " فى أواخر ١٩٩٥ ، وتعلمنا جميعا بعض دروس مهمة يتسع نطاقها لما يتجاوز الإجابة التعليمية التى وصفتها فى التو. وعلى الرغم من أن توصيل منهج دراسى مؤسس على المعايير قد يكون أمرا واضحا من حيث النظرية التعليمية ، إلا أن إصلاح المنهج الدراسى للعلم ليس بالأمر البسيط فى مجتمع ديمقراطى . فهناك تحدى يبديه الأفراد والجماعات لكل فكرة المعايير والمحتوى والتوجيه المحددين للمعايير فى الدولة والولاية هى والمعايير المحلية . ووصلت أوجه الخلاف السياسية حول المعايير إلى درجة أشد وأكثر قسوة مما توقعه الكثيرون . ونحن ، فى رأى ، نحتاج إلى فهم ما يحدث عندما تحاول النظم

التعليمية تنفيذ برامج علم مبتكرة . ونحن بوجه خاص نحتاج إلى تأكيد وإدراك أعظم لأهمية الحوار بين المواطنين بشأن القضايا التعليمية المهمة مثل المعايير القومية وإصلاح المنهج الدراسى للعلم. ونحن عندما نقدر أهمية الحوار المدنى وتطبيقه على مستوى الدولة والولاية والمستوى المحلى فإن هذا يمكن أن يهيأ المسرح لتوصيل منهج دراسى مؤسس على المعايير . أما وقد انتهينا من قول هذا ، فتبقى هناك جوانب أخرى من إصلاح المنهج الدراسى يجب علينا إدراكها .

منظور أوسع لإصلاح المنهج الدراسى

من الواضح أن هناك حاجة إلى مواد تدريسية بنماذج ممثلة ، تُصمم وتُنشأ لتوفير الفرص للطلبة لتعلم محتوى العلم الذى تم توصيفه فى المعايير. ومما يخدمنا كمثال لهذه النقطة ، مناقشة القضايا المتعلقة بعلم الفيزياء . وبالتالى ، فإنه يجب أيضا أن يكون هناك تقييمات تواكب ذلك المحتوى . وكما سبق أن ذكرت ، فإن الجمع بين الترقية المهنية وإصلاح المنهج الدراسى أمر يعد ملمحا أساسيا لأى إجابة معاصرة عن مسألة إصلاح المنهج الدراسى . أما وقد قلنا ذلك ، فإنى أود أن أحول الانتباه عن منظور تعليمى يركز على الإمداد ، إذا استخدمنا استعارة اقتصادية ليتجه إلى منظور يركز على الطلب ، فهذا منظور يبدو فيه استجابة ضرورية وأكثر كفاءة فيما يتعلق بقضايا الاصلاح المستمر للمنهج الدراسى . وإذا بقينا نستخدم الاستعارة الاقتصادية ، فإننا ينبغى أن ننظر فى أمر أن نجعل الطلب يزداد على البرامج المؤسسة على المعايير.

وأنا أعتبر أن الجملة التى سبق استخدامها وهى ، "توصيل منهج دراسى مؤسس على المعايير" إنما تعنى ما هو أكثر كثيرا من مجرد الكتب، أو صناديق طاقم الأدوات Kits ، والمواد الأخرى التى يتم توصيلها إلى باب مبنى المدرسة . فالتوصيل ينبغى أن يعنى حرفيا أن يمارس الطلبة برنامجا

مؤسسا علــى المعــايير. وحتــى ننجز ذلــك ، سـيكون علينــا أولا إرســاء دعــم الجماهير للحاجة إلى تغيير المنهــج المدرســى الحــالى للعلــم . وسـيكون علــى رجال التعليم إثبات الحق فى قضية المعايير وما يتلو ذلك من اصلاح برنامج العلم . ويبدو أن مـن الأمـور الأساسـية لإرسـاء الطلـب علـى منهـج دراسـى مؤسس على المعايير العمل علـى اقنـاع الجمهـور العـام مـع تغيـير سياسـات الولاية والسياسات المحلية بالنسبة مثلا لما يلزم لاتخـاذ القـرار ، وتخصيـص الموارد ، وتقييم الممارسات . يؤدى ظهور الطلب على برامج مؤسسـة علـى المعايير إلى إرساء قوة تتوازى مع التسويق القوى الذى يُسـتخدم لدعـم مـاهو تقليدى من الكتب الدراسية والاختبارات فى مدارسنا .

ويجب أن يستجيب رجال التعليم لمسألة وجود حوافز من أجـل بدايـة إصلاح للمنهج بواسطة أولئك المسئولين عن تعليـم العلـم . مـاذا يوجـد حاليـا من حوافز للمناطق المدرسية ، والمدارس ، ومدرسـى العلـوم حتـى يختـاروا منهجا مدرسيا مؤسسا على المعايير ؟ أعتقد أن الاجابة هى أنـه لا يوجـد أى منها . فى استطاعتنا أن نناقش أهمية "أن نفعل ما هو صحيح تعليميا" بالنسـبة لكل الطلبة ، ولكننا عند مواجهة السياسات فى كل ولاية والسياسـة المحليـة ، وتخصيصـات الميزانيـة ، وضغـوط الآبـاء ، والصراعـات الإداريـة ، ونقـد الأنداد . وغير ذلك من القوى ، سيظهر أن الحوافز لإصلاح المنهج الدراسى ليست فى أحسن الأحوال إلا أمرا هامشيا. وهناك حوافز اقتصاديـة وسياسـية وكثير من الحوافز التعليمية كلها تعمـل للحفـاظ علـى الطـرق الحاليـة لتنـاول برامج العلم المدرسية .

يمكن للمرء أن يتساءل بما هو معقـول عن دور اختبـارات المراحـل المصيرية وما تؤديه فى نظام الحوافز الحالية لاصلاح المنهج الدراسى . من الواضح أن تقييمات الاختبارات المصيرية تؤثر فى اصلاحات المنهج، ولكنها ليس لها التأثير الذى نطرحه فى هذا المقال . وما أكثر ما نسـمع أن مدرسـى

العلم يكون عليهم التحول عن المنهج الدراسى ، وأن "يدّرسوا من أجل الاختبار" . وأنا أحاج بأنه فيما يتعلق بتقدير قيمة هذه الاختبارات كحافز لإصلاح المنهج فإنها تشكل عامل ارتداد وليست عامل تقدم ، من حيث أنها تؤكد على حفظ الحقائق عن ظهر قلب وتؤدى إلى خفض مستوى المعرفة بدلا من أن تؤدى إلى مستويات أعلى من الفهم . وإنما ستمثل التقييمات حافزا لإصلاح المنهج بدرجة ما تكون متسقة مع المعايير.

وأخيرا ، فأنى أعود إلى الحاجة إلى الترقية المهنية . على أن هذه التوصية لها طبيعة مختلفة هونا عن التوصية التى تربط الترقية المهنية بتنفيذ مواد تدريسية مبتكرة. وما أناقشه هنا هو أهمية تعليم مدرسى العلوم بشأن المفاهيم الحالية لتعلم الطلبة ، وتعقيدات تخطيط منهج مؤسس على المعايير ، ودورهم فى إصلاح المنهج المدرسى . ينبغى أن تؤدى الترقية المهنية إلى تشجيع التغيير فى جانب الطلب وهو أحد الجانبين اللذين يشكلان معادلة إصلاح المنهج. والخلاصة أننا ينبغى أن نعلم المدرسين وغيرهم من المهنيين بحيث تتضح لهم الحاجة إلى مواد منهجية مؤسسة على المعايير وخصائص هذه المواد . وكمثل ، فإنى أعتقد أن الكتب المدرسية سوف تتغير بسبب أوجه الطلب فى السوق .

الاستنتاج

فى هذا المقال نجد أن علوم الفيزياء تعين لنا أفكارا عديدة فريدة ينبغى أن تؤخذ فى الاعتبار عند أى إجابة عن الأسئلة التى تركز على أى إعادة تفكير فى البرامج المدرسية للعلم . ولست أزعم أن هذه أسئلة يسهل الإجابة عنها أو أنها قضايا يسهل حلها ، وإنما أزعم فقط أنها مهمة ؛ ولم يعالج أمرها إلا نادرا ، فى حين أنها يجب أن تكون جزءا من أى محاولة لتوصيل منهج دراسى مؤسس على المعايير.(١)

هامش :

(١) طرحت اجزاء من هذا المقال فى أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم فى ١٢ أبريل ٢٠٠٠ .

المراجع :

Bardeen, Marjorie G., and Leon Lederman. "Coherence in Science Education." Science 281 (1998): 178-79.

Lederman, Leon. "Revolution in Science Education: Put Physics First !" Physics Today 54 (2001): 11-12.

National Research Council. National Science Education Standards. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.

Schmidt, William H., and Curtis C. McKnight. "What Can We Really Learn from TIMSS?" Science 282 (1998): 1830.

Schmidt, William H., Curtis C. McKnight, Leland S. Cogan, Pamela M. Jakwerth, and Richard T. Houang. Facing the Consequences: Using TIMSS for a Closer Look at U.S. Mathematics and Science Education Boston: Kluwer Academic Publishers, 1999.

Schmidt, William H. Curtis C. McKnight, and Senta A. Raizen. Splintered Vision: An Investigation of U.S. Science and Mathematics Education. Boston: Kluwer Acadmic Publishers, 1997.

U.S. Depatment of Education, National Center for Education Statistics. Pursuing Excellence: A Study of U.S. Eighth-Grade Mathematics and Science Teaching, Learning, Curriculum, and Achievement in International Context. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1996.

U.S. Department of Education, National Center for Education Statisties, Pursuing Excellence: A Study of U.S. Fourth-Grade Mathematics and Science Achievement in International Context. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1997.

U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. Pursuing Excellence: A Study of U.S. Twelfth-Grade Mathematics and Science Achievement in International Context. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1998.

عن توحّد
الطبيعة

ادوارد " روكى" كولب

هناك ارتباطات توجد عميقة غائرة في الطبيعة . فثمة ارتباطات بين أكبر الأشياء في الكون وأصغرها ، بين الفضاء الداخلي لفيزياء الكم والفضاء الخارجي للكون ، وهي ارتباطات توضح توحد الطبيعة .

توحد الطبيعة

يُقسم العلم في مدارسنا الثانوية وجامعاتنا وأكاديمياتنا العلمية تقسيما نمطيا إلى أقسام مثل قسم الفيزياء ، والكيمياء ، والبيولوجيا ، والجيولوجيا ، والفلك ، والرياضيات، وهلم جرا . ولكن هذه التقسيمات هي إنشاء بشرى مصطنع ؛ فالطبيعة نفسها لا تنقسم بمثل هذا الانقسام الخالص. وكمثل ، يتطلب فهم أكبر الأشياء في الكون أن نفهم اصغرها . فهناك ارتباط بين عالم الجسيمات الدقيقة وعالم الأجرام الضخمة ، ولا يمكن فهم الواحد منهما من غير فهم الآخر . والعلم الحديث أخذ هكذا ينجز مسعانا القديم إلى التوحد.[١]

وتوضح لنا أوجه التقدم الحديثة في المجال العلمي الذى يسمى علم الكون الطريقة التي تترابط بها الطبيعة. وعلى الرغم من أوجه التقدم الحديثة الهائلة في علم الكون ، إلا أنه أبعد من أن يكون مشروعا حديثا . أجرى عالم الأنثروبولوجيا الأمريكي جورج مردوك مسحا لكل ما سبق معرفته من ثقافات وحضارات واستنتج انها كلها تشترك في بعض خصائص مشتركة . إحدى هذه الخصائص المشتركة أن كل ثقافة يكون لديها نوع ما من زينة للجسد . إلا أن هناك خاصية أهم من ذلك وهي أن كل ثقافة لديها نظرة مشتركة إلى الكون ، أي نموذج كوني .

النموذج الكونى يتضمن قصة عن أصل الكون ، وحجمه، وتكوينه. وفى الثقافات البدائية مثل الثقافة الأوروبية فى العصر الحجرى القديم أو الثقافة الأصولية الحديثة الأمريكية ، قد يتأسس علم الكون على خرافات ، أو على الدين ، أو الفلسفة ، أو الأسطورة ، أو بعض نوع من حقيقة متكشفة . تتأسس الكونيات لدينا فى العصر الحديث ، أو نظرتنا الحديثة للكون ، على العلم . والهدف الأساسى للكونيات الحديثة العلمية هو تأسيس نظره إلى الكون على أساس قوانين الطبيعة التى يتم اكتشافها فى المعامل الأرضية أو يتم استقراؤها من قوانين تحددت تجريبيا .

يتأسس نموذج الانفجار الكبير الحديث على مبدأ أن الكون أساسا يتماثل فى كل مكان ، ويبدو متماثلا عند النظر إليه فى أى اتجاه . ويعرف هذا باسم "المبدأ الكونى". وهو الامتداد النهائى للثورة الكوبرنيكية . وقد أكد كوبر نيكوس فى كتابه الثورى "الدوران" ١٥٤٣ أننا لا نشغل مركز المجموعة الشمسية . وفى ١٩١٨ أثبت عالم الفلك الأمريكى هارلوشابلى أن منظوماتنا الشمسية ليست فى المركز من مجرتنا. واكتشف ادوين هابل فى ١٩٢٤ أن مجرتنا درب التبانة ليست إلا مجرة واحدة بين بلايين المجرات فى الكون المرصود . وأخيرا فإن المبدأ الكونى يتضمن أن مجرتنا لا تشغل مكانا متميزا بين تلك البلايين من المجرات الموجودة فى الكون .

كثيرا ما كانت آراء علماء الكون تجرى بما يخالف مصالح أصحاب السلطة. ويحوى التاريخ أمثلة كثيرة لذلك ، لعل أشهرها متاعب جاليليو مع محاكم التفتيش. واتخاذ وجهة نظر عن الكون أمر خطير . بل وقد حدثت مواجهات بين علم الكون والسلطات حتى فى القرن العشرين . ومن السهل أن ندرك كيف أن التكنولوجيا الناجمة عن العلم لها تأثيرها فى حياتنا ، إلا أن الأفكار العلمية العميقة لها أيضا تأثير هائل فى ثقافتنا ومجتمعنا . وقد يبدو أن مبدأ علميا مثل "المبدأ الكونى" مجرد مبدأ لا ضرر منه ، إلا أن البعض

يرى أنه خطر. وقد بدت فكرة أن قوانين الطبيعة تنطبق هى نفسها فى كل مكان من الكون كفكرة مزعجة لأصحاب السلطة فى الصين أثناء الثورة الثقافية وبعدها . ذلك أن حقيقة أن "القوانين" نفسها تنطبق على الصين مثلما تنطبق على سائر العالم عُدت فكرة هدامة ، واضطُهد كل من يعتنق "المبدأ الكونى". وعندما نال الصينى المنشق عالم الفيزياء الفلكية فانج لى – تسى جائزة روبرت ف. كنيدى لحقوق الانسان تحدث فى خطبة تقبله للجائزة [٢] عن المبدأ الكونى فقال:

> المبدأ الأول فى مجال علم الكون الحديث يسمى " المبدأ الكونى" . وهو يقرر أن الكون ليس له مركز ؛ وأن له نفس الخواص فى أرجائه كلها . وبهذا المعنى فإن كل موضع فى الكون له حقوق متساوية . كيف يمكن للجنس البشرى ، الذى تطور فى كون له هذه المساواة الأساسية، أن يفشل فى أن يكافح من أجل مجتمع لا يوجد فيه عنف ولا إرهاب؟ كييف يمكن لنا أن نفشل فى بناء عالم تحترم فيه حقوق كل انسان من يوم مولده؟

تبدو هذه كلمات بلا ضرر لبعض من يسمعونها ولكننا تبدو كلمات هدامة لأناس آخرين. فنموذجنا الكونى له تأثير يتجاوز العلم . إنه قماشة الرسم التى نصور عليها موضعنا فى الكون .

يدمج نموذجنا الكونى الحديث بين اكتشافين عميقين فى فيزياء القرن العشرين: النسبية العامة وميكانيكا الكم . فالكون فى النموذج الحديث للانفجار الكبير قد انبثق عن حالة حرارة وكثافة عاليتين منذ ما يقرب من إثنى عشر إلى خمسة عشر بليون عام. وإذ أخذ الكون يتمدد ويبرد ، نشأت البنية الغنية المركبة التى نراها.

ونحن نفهم وجود المجرات وغيرها من البنى الكبيرة الحجم على أنها نجمت عن نمو بذور صغيرة بدائية . وإذا وجدت بذور صغيرة أولية في توزيع للمادة يكون فيما عدا ذلك توزيعا سلسا، فإنها ستنمو نموا عنيدا لتصبح المجرات والحشود العنقودية التى نراها .

ومن ثم ، فإن السؤال عن أصل بنية الكون يتحول إلى سؤال عن أصل تلك البذور الصغيرة البدائية . وقد حدث مؤخرا اكتشاف رائع بأن أصل هذه البذور ، وبالتالى الأصل لكل بنية فى الكون ، أنها قد زُرعت فى الكون المبكر بفعل مبدأ عدم اليقين فى نظرية الكم التى تتناول الأحجام الميكروسكوبية . وهذا الأرتباط بين العالم الفيزيائى الميكروسكوبى لميكانيكا الكم والعالم الفيزيائى الماكروسكوبى للمجرات لهو مثل رائع للوحدة الحقيقية للعلم .

توحُّد الطبيعة ليس فكرة جديدة . ومنذ ما يقرب من قرن كتب جون موير وهو أمريكى من الأتباع العظماء للمذهب الطبيعى ليقول ببلاغة. "عندما يشد المرء إليه بقوة شيئا واحدا فى الطبيعة ، سيجد أنه مربوط بإحكام إلى سائر الكون". وهكذا فإن المجرات ، بل وحتى البنى الكونية الأكبر التى يبلغ حجمها ملايين السنوات الضوئية، مربوطة كلها إلى عدم اليقين فى نظرية الكم الميكروسكوبية .

رياح الثورة

كان يتحدث بصوت خفيض وهو يعض بأسنانه على غليونه . وأخذ يغمغم كثيرا ، ولم تكن الانجليزية هى لغته القومية . وكان اقرب زملائه يجدون صعوبة فى فهمه عندما يتحدث بأى لغة ، حتى لو تحدث بالدانمركية لغته القومية . وقال البعض عنه ان لديه قدرة لغوية نادرة تجعله غير مفهوم بأربع لغات مختلفة .

من الصعب ان نتخيل اختيارا أسوأ منه كخطيب جماهيرى . ولكن ضآلة مهاراته فى التواصل لم تؤد إلى هبوط حمى الانفعال التى عمت فى قاعة المحاضرات المزدحمة فى الحرم الجامعى بجامعة بيركلى فى كاليفورنيا. ذلك أن جمهور المستمعين يومها كان فيه طلبة شبان يشتعلون من داخلهم بنيران الثوريين الملتزمين ، وهم يستمعون إلى بطل ممجد من أبطال الثورة .

كان عام ١٩٣٧ مفعما بالاضطرابات ، وسط كساد اقتصادى عم العالم ، ومع حرب أهلية تحتدم فى أسبانيا ، ووصول الفاشيين إلى السلطة فى ألمانيا وإيطاليا، بينما الحرب على وشك أن تنشب فى آسيا بين اليابان والصين ، وهكذا بدا وكأن العالم يتمزق بددا. وأصبح الحديث عن الثورات شائعا فى حرم الكليات .

على أن الخطيب الدانمركى يومها كان رجلا ثوريا خارقا للمعتاد. لم يكن ممن يهتمون بالثورة الروسية التى وقعت قبلها بعشرين عام ، ولا بأى ثورة أخرى سياسية أو اجتماعية . وإنما هو يتحدث عن ثورة أعمق كثيرا ومداها أوسع كثيرا . فهو يتحدث عن ثورة سوف تؤدى حتما إلى تشكيل المجتمع بطرائق لا تستطيعها قط مجرد ثورة سياسية .

نيلز بوهر هو أحد الأبطال العظام لفيزياء القرن العشرين ، وقد قُلد جائزة نوبل فى ١٩٢٢ عن بحثه " دراسة بنية الذرات وإشعاعاتها". وكان فى الجبهة الأمامية للنضال من أجل إنشاء قوانين ميكانيكا الكم ، تلك المجموعة من القوانين التى تبدو غريبة ظاهريا وتحكم سلوك المادة بالمقاييس تحت الميكروسكوبية . وبوهر أحد قواد الثورة التى أطاحت بفهمنا لقوانين العالم الطبيعى التى ظلت تحكم الفيزياء منذ زمن نيوتن ، وأحلت مكانها نظاما جديدا يتضمن مفاهيم راديكالية مثل مبدأ عدم اليقين ، ومستويات الكمات ، وتراوحات الكم.

عندما تحدث بوهر فى بيركلى فى ذلك اليوم من عام ١٩٣٧ كانت ثورة ميكانيكا الكم لا تحرك الكثير من الأمواج فيما يتجاوز مجتمع صغير من الفيزيائيين داخل القاعات المنعزلة فى الجامعات ومعامل البحوث . كان لابد أن تمر عقود حتى تغير معرفة عالم الكم من عالم الحياة اليومية بأن تمهد السبيل لانشاء الترانزيستورات، وأجهزة الليزر ، والتصوير بالرنين المغناطيسى ، والكمبيوترات الرقمية ، وكل منتجات مجتمعنا الإلكترونى (نعم، وكذلك أيضا الاسلحة النووية).

فى ذلك اليوم، جلس فى الخلف من قاعة المحاضرات المزدحمة طالب جامعى شاب يدرس الفيزياء اسمه فيليب موريسون . وهو الآن أستاذ معهد غير متفرغ فى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، وعالم فيزياء فلكية مرموق ، وكاتب علمى مشهور، ولكنه كان يومها مجرد وجه بين وجوه الشباب الآخرين من المستمعين فى رهبة إلى بوهر العظيم . ولابد وأن هذه الخبرة قد تركت فيه انطباعا له قدره ، فموريسون حتى بعد هذا الحدث بستين عام يتذكر بحيوية محاضرة بوهر ، مثلما يتذكر سؤالا واحدا بالذات ألقى على بوهر بعد المحاضرة .

سُئل بوهر فى فترة أسئلة ما بعد المحاضرة عما يعتقده بالنسبة لأوجه التقدم الحديثة فى علم الكون . ذلك أن العشرينيات والثلاثينيات من القرن العشرين كانت تُعد سنوات ثورية بالنسبة لأبحاث الفلك التى تدور عما فى خارج المجرات ، تماما مثلما كانت تعد سنوات ثورية بالنسبة للفيزياء . ففى ١٩٢٤ وسع هابل من حجم الكون المعروف عندما أثبت أن "السدم اللولبية" ليست إلا مجرات بعيدة تماثل مجرتنا درب التبانة . وأدت أرصاد هابل فى ١٩٢٩ إلى اكتشاف أساسى آخر عندما أظهر أن المجرات البعيدة تندفع بعيداً عنا فى تفجر فضائى نسميه الآن الانفجار الكبير. وبحلول ١٩٣٧ أخذ هابل

يرسم خريطة الكون بتليسكوب مونت ويلسون هوكر الذى يبلغ قطره مائة بوصة ويدرس كيف تنتشر المجرات خلال الفضاء كله .

تم الكثير من الأبحاث النظرية فى علم الكون فى عشرينيات وثلاثينيات القرن العشرين . وبحلول ١٩٣٧ كان الكسندر فريدمان فى روسيا وجورج ليميتر فى بلجيكا قد طرحا نظرية الانفجار الكبير كنظرية لأصل الكون . وإذا كان أينشتين فى أول الأمر قد رفض إمكان تمدد الكون، إلا أنه فى ذلك الوقت أصبح يتقبل فكرة الانفجار الكبير. كان من المحير أن بوهر لم يذكر علم الكون فى محاضراته عن الجبهات الأمامية للفيزياء .

وربما كانت إجابة بوهر أكثر إثارة للدهشة من إغفاله أصلا لهذا الموضوع. فقد أجاب بأن الأرصاد الفلكية والنظريات الكونية لها أهميتها ، إلا أن الفهم الحقيقى لأصل الكون وبنيته يكون مستحيلا إن لم نفهم أولا كيف تعمل قوانين ميكانيكا الكم مفعولها فى الجسيمات الأساسية ، وقال أنه ليس لديه أمل كبير لتقدم حقيقى فى علم الكون إلا بعد أن نتمكن من نضم معا علم الكون وفيزياء الجسيمات فى السياق نفسه.

ولما كانت ميكانيكا الكم هى وفيزياء الجسيمات مهمين فقط بالمقاييس الذرية أو ما هو أصغر . فإنه لم يكن واضحا كيف يمكنهما أن يلعبا دورا فى تشكيل أشياء حجمها كبير مثل إحدى المجرات . ولابد وأنه قد بدا عندها أن فكرة وجود ارتباط بين العالم فائق الكبر، عالم الفضاء الخارجى للكونيات ، وبين العالم فائق الصغر ، عالم الفضاء الداخلى للجسيمات الأساسية ، ارتباط تكون قوانين ميكانيكا الكم لها اهميتها فيه ، لهى فكرة راديكالية إلى حد كبير.

على الرغم من أن بعض زملاء بوهر الثوريين ربما كانوا يوافقونه فيما يتعلق بأهمية ميكانيكا الكم وفيزياء الجسيمات بالنسبة لعلم الكون ، إلا

أنني أتساءل عما إذا كان اى فرد لديه وقتها أى لمحة تفكير عن مدى صواب ما قاله . والثورات ما إن تبدأ فى الحركة حتى تنطلق فى اتجاهات غير متوقعة . لم يكن رواد ثورة الكم يستطيعون التنبؤ بما ستقود له هذه الثورة . على أنه ربما يكون بوهر قد توقع أنه فى ١٩٤٧ ، أى بعد محاضرته بعشرة أعوام لاغير ، سوف يدرس رالف ألفر، وجورج جامو ، وروبرت هيرمان الفيزياء النووية للكون المبكر ويتنبؤون باكتشاف خلفية الاشعاع الميكروويفى. إلا أنه حتى بوهر ربما كان سيجد صعوبة فى تصور أنه بعد ستين عاما من محاضرته فى بيركلى ، سوف يؤمن علماء الكونيات بأن كل ما نراه حولنا – من مجرات ، ونجوم ، وكواكب ، وبشر، وكلاب البودل ، والحمام ، وزبد البرك – هذا كله بدأ كتراوحات كمومية صغيرة فى الحساء الأولى للكون المبكر .

ظهرت أوجه الارتباط بين ميكانيكا الكم والمجرات بعد عامين لاغير من محاضرة بوهر . كان إروين شرودنجر واحدا آخر من مؤسسى ميكانيكا الكم ، وقد حول اهتمامه فى منتصف ثلاثينيات القرن العشرين إلى قضايا الكونيات . وقد أُجبر شرودنجر فى الفترة المضطربة من عام ١٩٣٨ إلى ١٩٣٩ على أن يترك منصبه فى جراتز بالنمسا بسبب أرائه السياسية اليسارية ولجأ إلى الفاتيكان. وكل من يعرفون أسلوب حياة شرودنجر يفهمون السبب فى أن الحياة الانعزالية فى الفاتيكان لم تكن مما يناسبه . وهكذا غادر الفاتيكان فى ١٩٣٩ وتقبل منصبا مؤقتا فى جنت ببلجيكا. وعندما أخذت ألمانيا وفرنسا تتجهان إلى الحرب كان الأمر أقل من أن يتطلب عبقرية شرودنجر لإدراك أن بلجيكا ليست هى المكان الأمثل لأن يعيش فيه، وهكذا تقبل منصبا فى أيرلندا فى معهد الدراسات المتقدمة . وفى هذه الفترة المأساوية من الفوضى ، ووسط كل هذا الاضطراب كتب شرودنجر ورقة بحث رائعة هى "الذبذبات الصحيحة للكون المتمدد" . وكتب فى مقدمة هذه الورقة .. "... الذبذبات الصحيحة (أنماط التردد الموجبة والسالبة) لا يمكن

أن يتم فصلها بدقة صارمة في الكون المتمدد ... وهذه ظاهرة لها أهمية بارزة . وهي بالنسبة للجسيمات تعني انتاج أو اندثار المادة ، بمجرد التمدد ، ... وإذ أنذرتني هذه الإمكانات ، فقد أخذت اتفحص المادة بمزيد من التفاصيل".

ويقرر شرودنجر في استنتاجه النهائي : "سيكون هناك مذق متبادل لأنماط التردد الموجبة والسالبة على مر الزمن ، يؤدي إلى نشأة ... (الظاهرة المنذرة)" (٣).

مما يلفت الأنظار أنه في عام ١٩٣٩ والعالم من حول شرودنجر تلتهمه نيران حرب عالمية ، إلا أنه أحس بما "ينذره" بأن هناك خلقا لجسيم واحد في الكون في كل فترة من زمن هابل (وتقرب حاليا من ١٠ ٠٠٠ مليون سنه) . ولعل شرودنجر وهو يجري أبحاثه والعالم في حالة من الاضطراب ، كان يتبع خطى عالم كونيات هو حتى أقدم منه في جراتز وهو جوهانز كبلر . اضطر كبلر بسبب عدم الاستقرار سياسيا ودينيا في فترة ١٦٠٠ - ١٦٣٠ ، إلى أن يفر من جراتز ليجد ملاذا في سلسلة من المناصب المؤقتة في براج ولينز وساجان وراتيسبون . وعندما تأمل كبلر كيف تقاذفته أمواج خضم الحروب وعدم الاستقرار فإنه كتب يقول ، "عندما تثور العواصف من حولنا ويتهدد حالنا بتحطم السفينة ، يكون أنبل ما نستطيع القيام به هو أن نلقي مرساة دراساتنا المسالمة في أرض الخلود".(٤)

وبالنسبة لنا ، نحن العلماء الذين نواجه الأزمة العالمية الراهنة ، لعل أنبل ما نستطيع القيام به هو أن نواصل دراساتنا المسالمة ونأمل أنها ذات يوم سيُلقى بمرساتها في أرض الخلود .

كان ما أنذر شرودنجر هو مفعول الجاذبية على فراغ اللايقين الكمومي. ذلك أن الفضاء الخاوي هو بسبب مبدأ عدم اليقين لهايزنبرج لا

يكون فراغا هامدا ، ولكنه يزبد ويرغى بالجسيمات ومضاداتها وهى تنبثق من الفراغ لتوجد لفترة وجيزة من الزمن قبل أن تعود لتختفى فى الفراغ . وهذه الجسيمات "الافتراضية" جزء متأصل من الفراغ . ذلك أن اللاشئ فى ميكانيكا الكم إنما هو شئ ما.

أدرك شرودنجر فى ١٩٣٩ أن المجال الجذبوى القوى للكون المتمدد يستطيع ان يحول جسيمات الفراغ الافتراضية إلى جسيمات حقيقية. وهذه ظاهرة مماثلة لظاهرة إشعاع هوكنج الموجود بالجوار من الثقب الأسود . أدرك ستيفن هوكنج فى ١٩٧٤ أن الثقوب السوداء هى رغم كل شئ ليست جد سوداء . ذلك أنه بالجوار من أفق الثقب الأسود ، يمكن لأحد الجسيمات الافتراضية أن يهوى داخل الثقب الأسود بينما يفر رفيقه إلى اللانهاية . ويمكن بهذه الطريقة استخلاص الجسيمات من الفراغ . وبلغة شرودنجر ، فإنه يتم 'مذق' الأنماط الموجبة والسالبة .

يمكن للجسيمات ومضاداتها أثناء التمدد السريع للكون المبكر أن تظهر من الفراغ (أى من لا شئ) وأن تُشد متباعدة بواسطة تمدد الفضاء قبل ان تتاح لها فرصة أن تندثر . وقد يبدو هذا وكأنه ضجة كبيرة تدور حول لا شئ، إلا أنه يتضمن أن تمدد الكون سوف يخلق جسيمات ويهدم الاتساق الكامل ويخلق البذور البدائية التى ستنمو لتصبح كل ما نراه فى الكون .

إذا كانت هذه الفكرة صحيحة ، فإن هذا يعنى أن كل بنية نراها الآن فى الكون (المجرات ، والحشود العنقودية للمجرات وكذلك نمط تراوحات الحرارة) هذه كلها أنماط من التراوحات الكمومية .

عندما درسنا لأول مرة ميكانيكا الكم فى الصف السادس ، قيل لنا أن من المستحيل أن نرى تأثيرات ميكانيكا الكم لأنها بالغة الصغر . إلا أن التمدد السريع للكون خلال فترة التضخم مط من التراوحات الصغرى

الفيزيائية لتصل إلى مقاييس يصل كبر حجمها إلى حجم الكون المرصود كله. وربما نجد أن حقيقة أن التراوحات الكمومية يمكن رؤيتها باستخدام التليسكوبات (بالإضافة إلى أقوى الميكروسكوبات ، معجلات الجسيمات) هى أكثر مثل جوهرى على ارتباط الفضاء الداخلى /الفضاء الخارجى .

الأحداث الهامة فى علم الكون
من الانفجار الكبير
حتى ميلاد ليون ليدرمان

يفيد فهم ارتباط الفضاء الداخلى/الخارجى فى إكمال الصورة للتاريخ الكامل للكون . وأذا أمكننا تصور العهود المختلفة فى تاريخ الكون كحركات مختلفة فى السيمفونية الكونية ، فإن ترتيبها يكون حسب ما فى الجدول (١) .

جدول (ا) . السيمفونية الكونية (الهارمونية الكونية)

السرعة	الحركة	العهد	الأثر الباقى
نقر الأوتار	وترية	10^{-43} ثانية؟	؟؟؟
فائقة السرعة	تضخم	10^{-35} ثانية؟	بذور البنية
سريعة	الاشعاع	أول ١٠ ٠٠٠ سنة	وفرة من العناصر الخفيفة
عاجلة	المادة	١٠ ٠٠٠ سنه بعد الانفجار	الكوزارات والمجرات البعيدة
معتدل البطء	الفراغ (التضخم)	منذ بليون سنة	معدل التسارع الحالى للكون
بطئ جدا	آثار عتيقة	١٥ يوليو ١٩٢٢	ليون ليدرمان

اخبرنى أصدقائى من أصحاب نظريات الأوتار (أو أنه لو كان لى أصدقاء من اصحاب نظريات الأوتار لأخبرونى) بأن القسم الوترى قد يهيمن على الحركة الأولى من السيمفونية الكونية إذا كان يوجد عند اصغر المقاييس نزعة وترية أساسية للجسيمات الأولية . وإذا كان هذا صحيحا ، فستكون الحركة الأولى فى السيمفونية الكونية حركة نقر أوتار على الأوتار المتذبذبة فى وقت يلى الانفجار الكبير بما يقرب من 10^{-43} ثانية . ونحن أساسا لا

نعرف أى شئ عن المرحلة الوترية ، إن كان لها وجود حقا . فنحن مازلنا لا نعرف بعد عن هذا العهد ما يكفى لأن نتنبأ بأى آثار باقية له .

وأقدم حركة نستطيع أن نكشف عن صدى لها هى مرحلة التضخم. ومن المحتمل أن الحركة التضخمية قد تلت الحركة الوترية وظلت باقية لما يقرب من 10^{-35} ثانية . وأحسن معلومات لدينا عن المرحلة التضخمية تأتينا من البذور الكمومية التى غرست خلال هذا العهد، والتى يمكن رؤيتها الآن فى شكل مجرات.

نحن نعرف بالفعل أن الإشعاع قد هيمن على الكون طول ما يقرب من كل العشرة آلاف عام الأولى . وأحسن ما تم الاحتفاظ به من الآثار الباقية لعهد هيمنة الاشعاع هو العناصر الخفيفة . وقد تم انتاج العناصر الخفيفة فى الكون الذى يهيمن عليه الاشعاع بعد الانفجار بفترة من ثانية واحدة إلى ثلاث دقائق .

تعطينا الكوازات والمجرات البعيدة جدا صورة من العهد المبكر الذى هيمنت عليه المادة . وقد نشأت البنى خلال هذا الوقت من البذور البدائية الصغيرة .

وأخيرا ، إذا كانت الأرصاد الفلكية الحديثة قد فُسرت تفسيرا صحيحا، فإن معدل تمدد الكون يتسارع حاليا . ويعنى هذا أن الكون قد شرع فى عصر تضخمى آخر ، ولكن معدل تمدد هابل هو فى هذا العصر أقل كثيرا من المعدل أثناء العصر التضخمى الأول .

وقع فى ١٥ يوليو ١٩٢٢ حدث كونى أخير له أهميته . الحفرية المتبقية من هذا الحدث هى ليون ليدرمان ، الرجل الذى يبث الالهام فى علماء الكونيات فى كل العالم المتمدين وفى أجزاء كثيرة من وارينفيل فى مقاطعة إلينوى . وقد غرس ليوم ليدرمان فى ١٩٨٣ بذور كونية خاصة به

فى المعمل القومى لمعجل فيرمى. ألف ليون كتابا ثوريا هو "الجسيمات" وهذا الكتاب مثل كتاب كوبرينكوس "الدوران" وكتاب جاليليو " حوار عن نظامين كونيين' وكتاب نيوتن 'المبادئ' ، هو اسهام يُعد علامة طريق بالنسبة لتركيب الفضاء الداخلى /الفضاء الخارجى .(٥)

هوامش :

١ - كيف استطاع بائع شطائر السجق أن يساعد فى تنوير الراهب البوذى؟ لقد جعله موحدا بكل شئ .

٢ - ألقى أحد أصدقاء فانج هذه الخطبة فى واشنطن لأن فانج كان منفيا وقتها فى السفارة الأمريكية فى بكين .

3. Erwin Schrödinger, "The Proper Vibrations of the Expanding Universe," Physica 6 91939): 899.

4. Johannes Kepler in a letter to Bartsch, as found in Gesammelte Werke(C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, Munchen).

5. I am grateful for the support of the United States Department of Energy and NASA (NAG5-10842).I am also grateful to Leon Lederman for inspiration and providing the opportunity to pursue the study of the universe.

البحث العلمى وطبيعة العلم
كسياق له معناه من أجل
تعلم العلم

نورمان ج. ليدرمان

مقدمة :

ظل معلمو العلم تاريخيا مشغولين بقدرة الطلبة على تطبيق المعرفة العلمية فى صنع قرارات متنورة بالمعلومات فيما يتعلق بالقضايا الشخصية والمجتمعية . ذلك أن القدرة على استخدام المعرفة العلمية لصنع قرارات شخصية ومجتمعية متنورة هى جوهر تعلم العلم كما يعّرفه حاليا معلمو العلم والوثائق الإصلاحية . وأحدث الرؤى الاصلاحية ذات الأهمية هى " المعايير القومية والمشروع القومى لتعليم العلم ٢٠٦١(م ق ت ع) . ويؤكد ما فى هذه المحاولات على أهمية الفهم المتصور للأفكار الرئيسية المحيطة بالعلم (مثلا الأسباب والنتائج ، والتوازن ، والبنية ، والوظيفة ، والدورات ، والمقياس). وكثيرا ما يُستشهد بعبارة ان "الكم الأقل يعنى فهما أكثر" وذلك لتوصيل الرغبة فى أن تتركز الفترة التدريسية على الفهم العميق لمجموعة قليلة من التصورات العلمية الموحّدة .

كذلك تضغط الوثائق الاصلاحية الحالية على زيادة التأكيد على مجالين بحيث يجعلها ذلك مختلفة اختلافا له مغزاه عن الجهود السابقة ، وهذان المجالان هما : طبيعة العلم والبحث العلمى . ظلت مساعدة الطلبة على تنمية مفاهيم وافية عن طبيعة العلم هى والبحث العلمى من الأهداف الدائمة فى تعليم العلم (م ق ت ع ١٩٩٠ ، ١٩٩٣ ؛ كلوبرفر ؛ المجلس القومى للبحوث ١٩٩٦ ؛ الجمعية القومية لمدرسى العلم ١٩٨٢) وذلك بما يمتد وراء إلى بداية القرن العشرين (الجمعية المركزية لمدرسى العلم

والرياضة ١٩٠٧) . "وقد بلغ هذا الهدف التعليمى عمرا طويـلا ، ولا يتفوق عليه فى ذلك إلا طول عمر عجز الطلبة عـن تبين مـا تعنيـه عبارة (طبيعـة العلم) ، وعن أن يتصوروا ما يصاحبها من خصائص العلم" (ليدرمان ونيس ١٩٩٧) او "البحث العلمى" .

وبالتالى ، فـإن مـن الطبيعـى لاغير أن يثـور التسـاؤل عمـا إذا كـان هناك من الأسباب ما يجعلنـا نعتقد أن الإصلاحـات الحديثـة فـى تعليـم العلـم ستؤثر على الأرجح فى فهـم الطلبـة بـأكثر ممـا أثـر فيهـم مـا سـبقها . هنـاك وجهان خطيران من الاهمـال يتشـابكان فـى علاقتهمـا ويظهـران نمطيـا فيمـا سبق من مجهودات ، وهما لسوء الحظ واضحان فى وثائق الاصـلاح الأكثر حداثة . فلا يوجد ، ولم يكن يوجد ، تنمية مهنية متسقة توصل أولا بوضـوح ما الذى نعنيه بطبيعة العلم "والبحث العلمى" ، وتوصل ثانيـا كيـف يمكـن أن نوصل للطلبة من الحضانه – صف ١٢ (K-12) فهما وظيفيا لهذين الجـانبين المهمين فى العلـم . ومـن المحتمـل أن عـدم وجـود تنميـة مهنيـة فيمـا يتعلـق بطبيعة العلم والبحث العلمى هو أمر قد ترتب على سوء فهم يرى أن طبيعـة العلـم والبحـث العلمـى هـى نتـائج إدراكيـة أقـل اهميـة مـن مـادة الموضـوع "التقليدية" . على أن الحقيقة هى أن طبيعة العلـم والبحـث العلمـى همـا اللـذان يوفران السـياق لمـادة الموضـوع كمـا تحددهـا " المعـايير" والوثـائق الأخـرى للإصلاح . سوف أوضـح فـى الأجزاء التاليـة معنـى طبيعـة العلـم "والبحـث العلمـى" . كمـا سـأصف العديـد مـن الأفكـار الخاطئـة التـى تـروج لهـا (أو تتجاهلها) جهـود الاصـلاح . وسـوف أنـاقش بعدهـا الـرأى بأننـا إذا لـم نبذل انتباها واضحا/ تأمليا للتدريب على طبيعة العلم والبحث العلمـى ، سيواصل الطلبة تعلم مادة موضوع العلم فى بيئة تخلو من أى سياق . ومثل هذه البيئـة لـن تسـمح بتصـور فهـم عميـق لمـادة موضـوع العلـم كمـا تُطـرح فـى رؤى الاصلاح المختلفة ، ولن تساعد فى تشـكيل جمهـور يمكـن اعتبـاره جمهـورا متعلما علميا. ومن الواضح أن فهم المدرسـين وظيفيـا لطبيعـة العلـم والبحـث

العلمى ، هو مطلب أساسى لتحقيق أى آمال فى انجاز رؤيا تدريس وتعليم العلم كما تحددها شتى الجهود الاصلاحية .

ما هى طبيعة العلم ؟

تشير عبارة " طبيعة العلم " على نحو نمطى إلى إبيستيمولوجيا(*) العلم، أى العلم كطريقة للمعرفة ، أو القيم والمعتقدات المتأصلة فى المعرفة العلمية وتناميها . (ليدرمان ١٩٩٢). هناك إدراك لعدم وجود اتفاق حول الجوانب المحددة لطبيعة العلم سواء بين فلاسفة العلم ، أو مؤرخى العلم ، والعلماء ، ومعلمى العلم . إلا أن عدم وجود اتفاق هكذا أمر ينبغى ألا يكون فيه ما يثير الارتباك أو الدهشة حيث أن الجهد العلمى معقد وله طبيعة ذات أوجه متعددة . على أنى أرى أن الكثير من أوجه عدم الاتفاق التى ظلت موجودة لا علاقة لها بوسائل التدريس من الحضانة للصف١٢. ومن الأمور التى فى صميم الموضوع قضية وجود حقيقة موضوعية بالمقارنة بوجود حقائق ظاهراتية . وأنا أحاج بأن هناك مستوى مقبول من التصميم فيما يتعلق بطبيعة العلم التى يتاح للطلبة من الحضانه للصف ١٢ الوصول إليها والتى لها علاقة بحياتهم اليومية . وبالإضافة ، فإنه على هذا المستوى ، توجد أوجه قليلة من عدم الاتفاق بين الفلاسفة والمؤرخين ومعلمى العلم . وهناك خواص للمشروع العلمى المناظر لهذا المستوى من التعميم ، ومن بين هذه الخواص أن المعرفة العلمية مؤقتة (عرضة للتغير) ؛ وتتأسس امبريقيا (تتأسس على مشاهدات للعالم الطبيعى و/أو تستقى من هذه المشاهدات) ، وهى ذاتية (محملة بالنظريات) ؛ كما أنها تتطلب بالضرورة استنتاجا بشريا

(*) الابيستيمولوجيا دراسة نقدية لمبادئ العلوم المختلفة وفروضها ونتائجها وتحديد أصلها المنطقى وقيمتها الموضوعية . كما يطلق المصطلح أيضا على نظرية المعرفة بوجه عام. (المترجم)

وتخيلا وإبداعا بشريين (تتطلب ابتكار التفسيرات) ؛ وهى مغروسة غرسا إجتماعيا وثقافيا .

أحد الجوانب الإضافية لطبيعة العلم ، له صلة وثيقة بالتمييز بين المشاهدة والاستنتاج ، وهو جانب التمييز بين النظريات العلمية والقوانين العلمية . القوانين " تقرير أو توصيف للعلاقات" بين الظواهر التى تلاحظ . فقانون بويل ، الذى يصف العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه عند درجة حرارة ثابتة ، هو حالة تمثل ذلك فى الصميم . وفى تباين مع هذا ، فإن النظريات هى "تفسيرات مستنتجة" للظواهر التى تلاحظ . وأحد أمثلة ذلك نظرية الحركة الجزيئية ، التى تفسر قانون بويل .

وبالنسبة لجهود التنمية المهنية التى تضع خططها للمدرسين، فأنها يجب ألا تنتهى فقط ، كما كان يحدث فى الماضى ، إلى تنمية أوجه فهم وافية عند المدرس. فقد أوضحت البحوث تماما أن أوجه الفهم عند المدرس لا تتم ترجمتها أوتوماتيكيا فى ممارساته بالفصل ، ولاريب فى أنه يجب أن يكون لدى المدرسين فهم عميق لما يُتوقع منهم تدريسه . على أن جهود التنمية المهنية يجب أن تؤكد أيضا على الطريقة التى يتمكن بها المدرسون بنجاح من تسهيل تنمية فهم الطلبة لطبيعة العلم .

ما هو البحث العلمى ؟

على الرغم من أن البحث العلمى له علاقة وثيقة بالمعالجات العلمية، إلا أنه يمتد إلى مدى أبعد من مجرد تنمية مهارات المعالجة مثل الملاحظة والاستنتاج، والتصنيف ، والتنبؤ ، والمقياس ، والتساؤل ، والتفسير ، وتحليل البيانات . فالبحث العلمى يتضمن المعالجات العلمية التقليدية ولكنه يشير أيضا إلى توليف هذه المعالجات بالمعرفة العلمية ، والاستدلال العلمى ، والتفكير النقدى لتنمية المعرفة العلمية . وهكذا يكون متوقعا من الطلبة حسب

منظور "المعايير القومية لتعليم العلم" (١٩٩٦) ، أن يصبحوا قادرين على انشاء أسئلة علمية وأن يخططوا بعدها لابحاث يجرونها لتنتج عنها البيانات اللازمة للوصول إلى استنتاجات من الأسئلة المذكورة ، كما تنشأ لديهم أوجه لهذه المعالجة ودلالالتها بالنسبة لما ينشأ من دعاوى معرفية . أما دراسة "علامات الطريق لتعلم العلم " (م ق ت ع ١٩٩٣) فهى إلى حد ما أقل طموحا من ذلك ، لأنها لا تدعوى لأن يكون كل الطلبة قادرين على التخطيط لأبحاث يجرونها بالإجمال. وبدلا من ذلك فإن ما يُتوقع فيها هو أن يكون كل الطلبة قادرين عل الأقل على فهم منطق أى بحث وقادرين على أن يحللوا نقديا الدعاوى التى تُصنع من البيانات التى جمعت . فالبحث العلمى باختصار يشير إلى طرق التناول المنهجية التى يستخدمها العلماء فى محاولة للإجابة عن الأسئلة التى تهمهم .

وفيما يتعلق بذلك ، نجد أن الطلبة فى مرحلة ما قبل الكلية هم والجمهور العام يؤمنون بوجهة نظر مشوهة عن البحث العلمى قد نتجت عن التعليم المدرسى، ووسائل الإعلام ، وتشكيل بنية معظم التقارير العلمية. وتسمى وجهة النظر المشوهة هذه بأنها " المنهج العلمى " ، بمعنى انها مجموعة خطوات ثابتة فى تتابع ثابت يتبعها كل العلماء حينما يحاولون الإجابة عن الأسئلة العلمية . على أن الرؤى الإصلاحية تبادر لتوضح أنه لا يوجد مجموعة خطى واحدة ثابتة ولا تتابع واحد ثابت لها تتبعه كل الأبحاث العلمية . ووجهة النظر المعاصرة التى تتخذها عن البحث العلمى أن الأسئلة هى الدليل الإرشادى لطريقة التناول ، وأن طرق التناول تتباين تباينا واسعا داخل وعبر فروع العلوم والمجالات العلمية .

يرجع مفهوم وجود منهج علمى وحيد فى جزء كبير منه إلى الوضع الكلاسيكى لتخطيط التجارب . فكثيرا جدا ما يكون تخطيط التجارب بحيث يطابق ما يطرح على أنه " المنهج العلمى" ، وأمثلة البحوث العلمية التى

تطرح فى الكتب المدرسية تكون غالبا تجريبية فى طبيعتها . والمشكلة هى أن البحث التجريبى لايمثل البحوث العلمية ككل .

ظل البحث العلمى دائما أمرا يبدو غامضا فى طرحه من خلال دراسات اصلاح تعليم العلم . والبحث يتم ادراكه بالذات بثلاث طرائق مختلفة فى رؤى الاصلاحات الحالية . فيمكن النظر إليه كمجموعة من المهارات يكون على الطلبة تعلمها وأن تكون مضمنة فى أداء البحوث العلمية . ويمكن النظر إليه أيضا على أنه الناتج الإداركى الذى يكون على الطلبة التوصل إليه. والرؤى الحالية للاصلاح واضحة بالذات كل الوضوح (على الأقل فى الكلمات المكتوبة) فى التمييز بين أداء البحث (مثلا ، ما سيكون الطلبة قادرين على فعله) وبين ما يعرفة الطلبة عن البحث (مثلا ، مالذى ينبغى أن يعرفه الطلبة) . وكمثل لذلك ، عندما يحدث أن يكوّن الطلبة مجموعة حاكمة لإحدى التجارب فإن هذا أمر من الأمور ، أما ما هو أمر آخر غير ذلك ، فهو أن نتوقع أن يفهم الطلبة الضرورة المنطقية لوجود مجموعة حاكمة فى تخطيط التجارب . هذا والاستخدام الثالث 'للبحث' فى وثائق الاصلاح هو استخدام له علاقة صارمة بالبيداجوجيا ويُزيد فى تشويش الأمور . فحكمة المعرفة الحالية تدعو بالذات إلى أن أحسن طريقة يتعلم بها الطلبة العلم تكون من خلال طريقة تناول للتدريس موجهة بالبحث . فمن المعتقد أن أفضل طريقة يتعلم بها الطلبة المفاهيم العلمية هى بأداء العلم . وبهذا المعنى ، يُنظر إلى البحث العلمى على أنه طريقة تناول للتدريس تُستخدم لتوصيل المعرفة العلمية إلى الطلبة وذلك فى الوضع المقابل للنظر إليه كنتاج تعليمى نتوقع من الطلبة أن يتعلموا عنه وأن يتعلموا كيفية أدائه.

توصيل أوجه الفهم الوظيفية لطبيعة العلم

يدل أسلوب نقاشى للموضوع على أن إصلاحات تعليم العلم حاليا وفى الماضى قد أساءت معالجة طبيعة العلم والبحث العلمى . فقد ظل من

المفترض أن المدرسين يفهمون هذين الجانبين المهمين من العلم ولم يخطط أو يوفر لذلك إلا القليل من التنمية المهنية . وهناك خطأ إضافى خطير فى شتى طرق تناول اصلاح تدريس طبيعة العلم والبحث العلمى . وهذا الخطأ الخطير ظل موجودا منذ إدراك مجتمع تعليم العلم لأهمية طبيعة العلم والبحث العلمى كنتاج تعليمى مهم .

هناك طريقتان عامتان للتناول دعت إليهما الوثائق الاصلاحية وأدبيات تعليم العلم لتعزيز أوجه فهم طبيعة العلم و/أو البحث العلمى عند الطلبة والمدرسين . وأول طريقة تناول سنصنفها هنا على أنها الطريقة 'الضمنية' وتطرح أن الطلبة عندما "يؤدون العلم " سيصلون أيضا إلى فهم طبيعة العلم والبحث العلمى (لوسون ١٩٨٢ ، راو ١٩٧٤) . وقد اتخذت معظم المناهج الدراسية فى ستينيات وسبعينيات القرن العشرين هذه الطريقة التى تؤكد على الممارسة العملية ، والأنشطة المؤسسة على البحث، و/أو التدريب على مهارات المعالجة . وقد دلت الدارسات البحثية على أن طريق التناول الضمنية ليست فعالة فى تعزيز أوجه فهم طبيعة العلم أو البحث العلمى عند الطلبة والمدرسين . (كما ورد مثلا عند دوركى ١٩٧٤ ؛ هوكوس وبنيك ١٩٨٥؛ رايلى ١٩٧٩ ؛ سبيرز وزولمان ١٩٧٧؛ ترينت ١٩٦٥ ؛ تروكسيل ١٩٦٨) .

وطريقة التناول الثانية هى الطريقة "التاريخية" (وهى طريقة أوصت بها بشدة "المعايير القومية لتعليم العلم ") ، وتطرح أن إدماج تاريخ العلم فى تدريس العلم يمكن أن يفيد فى الارتقاء بوجهات نظر الطلبة عن طبيعة العلم. على أن استعراض المحاولات التى تهدف إلى تأكيد تأثير إدماج تاريخ العلم فى تدريس العلم تدل على أن البراهين على فعالية طريقة التناول التاريخية هى فى أفضل الأحوال غير حاسمة (كلوبفر وكولى ١٩٦٣ ؛ سولومون و آخرون ؛ ويلش ووالبرج ١٩٧٢ ؛ ياجر ورويك ١٩٦٦) . وقد دل بحث لعبد

الخالق (١٩٩٨) فى زمن جد قريب على أن المقررات الخاصة فى التاريخ و/أو فلسفة العلم ليس لها إلا تأثير قليل فى أوجه فهم الطلبة لطبيعة العلم والبحث العلمى .

هناك طريقة تناول بديلة لهاتين الطريقتين اللتين يرد ذكرهما كثيرا فى الإصلاحات ، وتطرح هذه الطريقة أن أهداف الارتقاء بوجهات نظر الطلبة عن المسعى العلمى " ينبغى أن يُخطط لها بدلا من أن نتوقع ظهورها كنتيجة جانبية أو نتاج ثانوى " للطرائق المختلفة لتناول تدريس العلم (أكندهين ١٩٨٨) . توصف هذه الطريقة للتناول بأنها "صريحة/تأملية" وتستخدم تدريبات توجِّه تجاه النواحى المختلفة من طبيعة العلم أو البحث العلمى وتستخدم عناصر من تاريخ وفلسفة العلم للإرتقاء بوجهات نظر دارسى طبيعة العلم . وبصفة عامة نجد أن طريقة التناول الصريحة/التأملية هى بالنسبة لطريقتى التناول الضمنية والتاريخية أكثر فعالية فى مساعدة الدارسين للتوصل إلى الارتقاء بأوجه فهمهم لطبيعة العلم والبحث العلمى (كما ورد مثلا عند أكندهين ١٩٨٨ ؛ بيلا وحسن ١٩٧٥ ؛ كارى وشتراوس ١٩٦٨ ، ١٩٧٠ ؛ جونز ١٩٦٩ ؛ لافاتش ١٩٦٩؛ أو جونينى ١٩٨٣ ؛ أو لستاد ١٩٦٩) .

أفضل طريقة لتيسير التوصل لفهم وظيفى لطبيعة العلم و/أو البحث العلمى هى من خلال طريقة التناول الصريحة/التأملية . ولا يسعنى إلا أن أؤكد على أهمية انفاق الوقت اللازم عند ختام أى نشاط حتى نبين 'بصراحة' للطلبة (أو ندعم أن يناقش الطلبة) جوانب طبيعة العلم والبحث العلمى التى تم إلقاء ضوء كاشف عليها. ويجب على المدرسين حتى يشجعوا التأمل أن يناقشوا مع الطلبة ما يوجد من تضمينات فى هذه الجوانب من طبيعة العلم والبحث العلمى وذلك بالنسبة للطريقة التى ينظرون بها للعلماء ، وللمعرفة العلمية، ولممارسة العلم .

ملاحظات ختامية

بدأت هذه المناقشة بأن ميزتُ بين الجهود الحالية لإصلاح تعليم العلم وبين ما سبقها فيما يتعلق بتزايد الاهتمام والتأكيد على البحث العلمى وطبيعة العلم. والسبب الرئيسى لهذا الاهتمام المتزايد ، وإن لم يكن بأى حال بأمر جديد ، هو الإيمان بأن الطلبة يحتاجون إلى تنمية أوجه فهم عميقة للطريقة التى تتولد بها المعرفة العلمية وما فى ذلك من دلالات بالنسبة للوضع المعرفى . وصل معلمو العلم الآن إلى الإيمان بأنه إذا فهم الطلبة مصدر المعرفة العلمية وحدودها فإنهم سيكونون مجهزين على نحو أفضل لأن يتخذوا قرارات متنورة بشأن القضايا الشخصية والمجتمعية بحيث تكون هذه القرارات مؤسسة علميا . وباختصار ، فإن من المعتقد أن فهم طبيعة العلم والبحث العلمى هما عنصران هامان وضروريان فى صيحة معركتنا الحالية "لتعلم العلم" .

هكذا يمكننا أن نحاج بأننا فيما يتعلق بتوصل الطلبة إلى فهم عميق لمادة موضوع العلم ، سنجد أن هذا هدف لا يمكن التوصل إليه إلا إذا فهم الطلبة طبيعة العلم والبحث العلمى . هل يمكن مثلا القول بأن أحد الطلبة يفهم حقا مفهوم الجين إن لم يدرك أن الجين بنية اخترعت لتفسير نتائج تجريبية ؟ هل الطالب الذى يرى أن الجينات لها وجود فيزيقى يماثل اللآلئ فى القلادة، يكون لديه فهم عميق لمفهوم الجين ؟ هل الطالب الذى لا يعى أن الذرة (كما تصورها الكتب) هى نموذج علمى يستخدم لتفسير سلوك المادة وأنها لم ترصد رصدا مباشرا ، يكون لديه فهم عميق للذرة ؟

يشيع ظهور الأفكار الخاطئة عن المصداقية العلمية للتطور البيولوجى فى وسائل الاعلام وفى المحاكم القانونية ويتعلق الكثير من هذه الأفكار الخاطئة بما إذا كان التطور نظرية علمية تقبل الإختبار . وتتواصل عادة الحجج ضد مصداقية التطور بأن توضح أن التطور لايمكن أن يتم

اختباره باستخدام المنهج العلمي . وبالتالى فإن التطور لايمكن أن يكون نظرية علمية ذات مصداقية . ويشعر الكثيرون بأن هذه المشكلة تتشكل على الأقل جزئيا نتيجة فهم الجمهور الخاطئ للبحث العلمي و/أو النظرية العلمية. ينبغي أن توضح لنا هذه الأمثلة القليلة أن فهم طبيعة العلم والبحث العلمي توفر الإطار الإرشادى والسياق للمعرفة العلمية . فلابد من وجود فهم للطريقة التى تُستنتج بها المعرفة العلمية وما يوجد من دلالات فى عملية الاستنتاج بالنسبة للوضع المعرفي وحدوده ، ومن غير ذلك فإن كل ما يمكن أن يأمله الطلبة جميعهم هو أن يتوصلوا لمعرفة بلا سياق . والسياق ضرورى للطلبة حتى يفهموا ما تعنيه المعرفة . وباختصار ، فإن عدم وجود سياق يساوى لعب مباراة للشطرنج دون معرفة بقواعد المباراة. وما لم يستطع الطلبة استنتاج معنى للمعرفة العلمية التى يكتسبونها ، لن يكون هناك إلا أدنى أمل فى أنهم سيتمكنون من استخدام معرفتهم لاتخاذ قرارات متنورة.

وصلنا عبر السنوات إلى أن ندرك أن الطلبة لا يمكنهم أن يتعلموا تعلما له معنى من القوائم الطويلة من المصطلحات ، والمفردات ، وأشباه الحقائق التى تُقبل بالتكرار . كما أدركنا أيضا كيف أن من المعقول أن نحاول تركيز مجهوداتنا التعليمية فى موضوعات بحث/ مفاهيم أقل عددا وأكثر توحيدا . إلا أننا مازلنا نواصل الفشل فى أن نوفر للطلبة أهم موضوعين تنظيميين بين كل الموضوعات الأخرى ، وهما طبيعة العلم والبحث العلمي . ورغم ضخامة ما كُتب من أبحاث مازلنا نواصل الاعتقاد بأن الطلبة سيتوصلون إلى فهم البحث العلمي وطبيعة العلم بمجرد أن "يؤدوا العلم" . ويساوى هذا التوقع أن نفترض أن الأفراد سيتوصلون إلى فهم ميكانزم التنفس بمجرد التنفس . ومن الواضح أن الأمر ليس هكذا . ولاريب أن أداء العلم فيه البداية ، إلا أن الطلبة يحتاجون إلى التفكر فيما يكون ما يفعلونه . وهم يحتاجون إلى الإشتراك فى المناقشات عن السبب فى أن الأبحاث العلمية يتم تصميمها بطرائق معينة . ويحتاج الطلبة إلى أن يناقشوا الافتراضات التى

توجد متأصلة فى أى بحث علمى وما لهذه الافتراضات من دلالات بالنسبة للنتائج . وبالإضافة ، يحتاج الطلبة إلى أن يناقشوا أن العلم إنما يؤديه بشر وأن يناقشوا دلالات ذلك بالنسبة لما ينتج من معرفة . ومن اللازم تناول طبيعة العلم والبحث العلمى بطريقة صريحة خلال التدريس العلمى . فمن اللازم أن يكون لهذين الأمرين وضع مساو لوضع مادة موضوع البحث التقليدية ، وبدون هذا الانتباه التعليمى الصريح/المتأمل ، سيستمر الطلبة على تعلم مادة الموضوع من غير سياق ، ولن تتقدم رؤى اصلاح التعليم العلمى لأى خطوة أبعد مما وصلت إليه فى الماضى .

المراجع :

Abd-El-Khalick, F. The Influence of History of Science Courses on Students' Conceptions of the Nature of Science. Unpublished doctoral diss., Oregon State University, 1998.

Akindehin, F. "Effect of an Instructional Package on Preservice Science Teachers' Understanding of the Nature of Science and Acquisition of Science-Related Attitudes." Science Education 72 (1988): 73-82.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). Science for All Americans. New York: Oxford University Press, 1990.

American Association for the Advancement of Science (AAAs). Benchmarks for Science Literacy: A Project 2061 Report. New York: Oxford University Press, 1993.

Billeh, V. Y., and O. E. Hasan. "Factors Influencing Teachers' Gain in Understanding the Nature of Science." Journal of Research in Science Teaching 12 (1975): 209-19.

Garey, R. L., and N. G. Stauss. "An Analysis of the Understanding of the Nature of Science by Prospective Secondary Science Teachers." Science Education 52 (1968): 358-63.

_____ . "An Analysis of Experienced Science Teeachers' Understanding of the Nature of Science." School Science and Mathematics 70 (1975): 366-76.

Central Association of Science and Mathematics Teachers (CASMT). "A Consideration of the Principles That Should Determin the Courses in Biology in the Secondary Schools." School Science and Mathematics 7 (1907): 2441-47.

Durkee, P. "An Analysis of the Appropriateness and Utilization of TOUS with Special Reference to High-Ability Students Studying Physics." Science Education 58 (1974): 343-56.

Haukoos, G.D., and J. E. Penick. "The Effects of Classroom Climate on College Science Students: A Replication Study." Journal of Researchin Science Teaching 22 (1982): 163-68.

Jones, K. M. "The Attainment of Understandings about the Scientific Enterprise, Scientists, and the Aims and Methods of Science by Students in a College Physical Science Course." Journal of Research in Science Teaching 6 (1969): 47 - 49.

Klopfer, L. E. "The Teaching of Science and the History of Science." Journal of Research for Science Teaching 6 (1969): 87 - 95.

Klopfer, L. E., and W. W. Cooley. "The History of Science Cases for High Schools in the Development of Student Understanding of Science and Scientist." Journal of Research for Science Teaching 1 (1963): 33-47.

Lavach, J. F. "Organization and Evaluation of an Inservice Program in the History of Science." Journal of Research in Science Teaching 6 (1969): 166-70.

Lawson, A. E. "The Nature of Advanced Reasoning and Science Instruction." Journal of Research in Science Teaching 19 (1982): 743-60.

Lederman, N. G. "Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research." Journal of Research in Science Teaching 29 (1992): 331-59.

Lederman, N. G., and M. Niess. "The Nature of Science: Naturally?" School. Science and Mathematics 97 (1997): 1-2.

National Research Concil (NRC). National Science Education Standards. Washington, D.C.: National Academic Press, 1996.

National Science Teachers Association (NSTA). Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s (an NSTA position statement). Washington, D.C.: National Science Teachers Association, 1982.

Ogunniyi, M. B. " Relative Effects of a History/Philosophy of Science Course on Student Teachers' Performance on Two Models of Science." Research in Science and Technological Education 1 (1983): 193-99.

Olstad, R. G. "The Effect of Science Teaching Methods on the Understanding of Science." Science Education 53 (1969): 9-11.

Riley, J. P., II. "The Influence of Hands-On Science Process Training on Preservice Teachers' Acquisition of Process Skills and Attitude Toward Science and Science Teaching." Journal of Research in Science Teaching 16 (1979): 373-84.

Rowe, M. B. "A Humanistic Intent: The Program of Preservice Elementary Education at the University of Florida." Science Education 58 (1974): 369-76.

Solomon, J., J. Duveen, L. Scot, and S. MeCarthy. Teaching about the Nature of Science through History: Action Research in the Classroom." Journal of Research in Science Teaching 29 (1992): 409-21.

Spears, J., and D. Zollman. "The Influence of Structured versus Unstructured Laboratory on Students' Understanding of

the Process of Science." Journal of Research in Science Teaching 14 (1977): 33-38.

Trent, J. "The Attainment of the Concept 'Understanding Science' Using Contrasting Physics Courses." Journal of Rescarch in Science Teaching 3 (1965): 224-29.

Troxel, V. A. Analysis of Instructional Outcomes of Students Involved with Three Sources in High School Chemistry. Washington, D.C.: U.S Department of Health, Education, and Welfare, Office of Education, 1968.

Welch. W.W., and H. J. Walberg. "A National Experiment in Curriculum

Evaluation." American Educational Research Journal 9 (1972): 373-83.

Yager, R. E., and J. W. Wick. "Three Emphases in Teaching Biology: A Statistical Comparison of Results" Journal of Research in Science Teaching 4 (1966): 16-20.

فى مدح الجسارة

تناول المشاكل الكبيرة

شيرلى م . مالكوم

إذا كان هناك أى تمهيد مناسب لمقال عن د. ليون ليدرمان ، فهو ذلك التمهيد الذى طرحه د. بنجامين إ. مايز (١٨٩٥ - ١٩٨٤). عمل د. مايز رئيسا لكلية مورهاوس من ١٩٤٠ حتى ١٩٦٧ . أطلق د. مارتن لوثر كنج الصغير على د. مايز لقب "الراعى الروحى والثقافى". فالدكتور مايز فيه الهام بالاحلام وللحالمين . وهو يقول :

> لاتكمن مأساة الحياة فى ألا نتوصل لهدفنا . وإنما تكمن المأساة فى ألا يكون لدينا هدف نتوصل إليه . ليست الكارثة أن نموت وأحلامنا لم تتحقق ، وإنما الكارثة هى ألا نحلم . ليس عارا ألا نتوصل للنجوم، وإنما العار ألا تكون لدينا نجوم نتوصل لها . الخطيئة ليست فى الفشل، وإنما فى خطة الهدف .

هذا المقال فى تكريم ليون ليدرمان فيه إقرار بما أداه من عمل لتحسين جودة تعليم العلم والرياضة فى مرحلة الحضانة - الصف ١٢ فى الولايات المتحدة بل وفى العالم كله فى الحقيقة . وإذا كان حماسه فى هذا مظهرا رئيسيا لاهتماماته المهنية الحالية ، فإنه حتى أثناء عمله مديرا للمعمل القومى لمعجل فيرمى ظل ينمى ويدعم برامج تعليمية تؤدى لدعم اهتمام الطالب بالفيزياء . وكان تشجيعه ومؤازرته هما إلى حد كبير السبب الرئيسى الذى ادى إلى انشاء أكاديمية إلينوى للرياضات والعلم على يد حاكم الولاية وهيئتها التشريعية من أجل دعم ورعاية الطلبة الموهوبين بهذه الولاية . إلا

أن جسارته تبدو ظاهرة فيما لديه من عزيمة تنهض للتحدى ، وفى جرأته فى رؤياه ، وتحدى التقاليد إذا لزم الأمر ، حتى تتم أوسع مشاركة فى العلم .

النهوض للتحدى :

فى ١٩٨٧ ألقى ويليام بنيت ، وزير التعليم بالولايات المتحدة وقتها ، خطابا خص فيه شيكاغو بأن فيها أسوأ منطقة مدرسية فى البلاد . وإذا كان البعض الآخر قد يكتفى لاغير بالإستخفاف بهذه الملاحظة إلا أن ليدرمات اعتبر هذا تحديا شخصيا له . ولما كان غير راغب فى أن يُبخس قدر ما يزيد عن ٤٠٠٠٠٠ طالب ، معظمهم من الأفريقيين الأمريكيين ، ومن الأصول اللاتينية ، والفقراء ، فإنه حشد دعما لإنشاء أكاديمية المدرسين للرياضيات والعلم . وبناء على الأبحاث التى تربط أداء الطالب بمعرفة المدرس ومهاراته فقد اتخذت الأكاديمية لنفسها إستراتيجية ومبادئ مباشرة:

- لايستطيع المدرسون أن يدرّسوا مالا يعرفون طريقة تدريسه . فيجب أن نفى باحتياجاتهم ؛ وأن نجعلهم يشاركون فى الرياضيات والعلم وكأنها مواضيع لم يتعلموها قط . ويجب استخدام استراتيجيات البحث التى يُعرف أنها فعّالة مع الأطفال . يحتاج المدرسون إلى بيئة آمنة حتى يكتسبوا المعرفة والمهارات المهمة.

- التنمية المهنية يجب أن تشمل المدرسة كلها ، بحيث ينالها بأكبر قدر النظار وهيئة العاملين مثلما ينالها المدرسون .

- التركيز على مدارس التعليم الأساسى للتأكيد على أن الأطفال لن ينصرفوا مبكرا عن تعلم الرياضيات والعلم .

- التركيز على المدارس التى يكون لها الاستعداد للتغيير والتى لديها النمط الديموجرافى الذى يميز النظام . ينبغى تقديم البراهين التى تدعم فكرة أن كل الأطفال قادرين على التعلم حتى مستويات رفيعة جدا.

- العمل على تقييم البرامج ؛ جمع البيانات لاعطاء معلومات منورة للتدخل ولتوثيق الجهود .

- جعل التدخلات مؤسسة على البحوث . الاستشارة على نطاق واسع ، "الاعتماد على الحكمة المكتسبة من الممارسة ".

تكمن الجسارة فى مبادرة ليدرمان فى عزيمته فى أن يأخذ على عاتقه القيام بكل هذه الجهود فى منظومة حضرية كبيرة ، وبأن يبدأ بمجموعات سكانية من طلبة ظلوا تاريخيا يؤدون أداء منخفضا فى العلم والرياضيات - وحيث قد تظل توقعات أدائهم منخفضة - وأن يبدأ بمدرسين كثيرا ما يكون إعدادهم منخفض المستوى فى العلم والرياضيات، وأن يرى أن هناك فرصة ممكنة مع هذا كله .

كان يجب أن تسود رؤاه فى النهاية على النظام كله ، إلا أنه لم يحدث قط أن كان هناك التمويل الكافى لوثبة كهذه . وقد يصف البعض هذه المحاولات الأولى بأن فيها مبالغة فى الطموح ، إلا أن غرائز ليدرمان جعلته ينفذ ذلك بمقياس يتناسب مع حجم ما كان إزاءه من تحديات ، فقادته للطريق الصحيح للهدف . استغل ليدرمان شهرته كحائز على جائزة نوبل وكعالم مرموق ليتمكن من التوصل إلى الأفراد الذين ربما يمكنهم دعم هذه المبادرات التعليمية . وكان يقدر أهمية أن يبدأ العمل ، مستخدما أفضل المعلومات المتاحة ، ثم يقوم بالضبط الدقيق لما يلزم من إدخال تعديل بمجرد معرفة المزيد عن الأمر . وربما تشير برامج إدارة الأعمال إلى هذه الاستراتيجية بأنها بطريقة "الاستعداد ، اطلاق النار ، التسديد" . أما من

خبروا منا هذه الطريقة العاصفة لليدرمان فـانهم يشيرون إليها فحسب علـى أنها "الطريقة المميزة لليون" .

وسنجد أن الأبحاث الحديثـة عن طرائق تناول اصلاح تعليم العلم والرياضيات بمستوى يتناول المنظومة كلها هى والأبحاث عن الاستراتيجيات الناجحة للتثقيف المهنى للمدرسين ، كلها تؤيد ما يوجد من حكمـة فـى التخطيط الذى حبذه ليدرمان . فالمنظومات فى مرحلة التعليم من الحضانـة إلى الصف ١٢ لها طريقتها فى امتصاص واستنفاد أى محاولات للتغيير التدريجى . ولا يمكن للمرء أن يأمل فى أى نجاح إلا من خلال العمل الجسور والإلتزام بتغيير البنية كلها.

العلم للجميع

التزمت أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ، منذ بدايتها بتعهد مجموعة متباينة من الطلبة واتبعت اسلوبا مناضلا لزيادة أعداد مجموعات الطلبة الذين يقل العدد الممثل لهم فى دراسة الرياضيات والعلم . وبدلا من أن تعلن أن طلبة الأقليات غير قادرين على أن يؤدوا – أو غير مهتمين بالاستفادة من – برامج الأكاديمية التى زيدت ثراء ، وبدلا من أن يخفضوا من مستوى دخول الأكاديمية ، فان قيادة المدرسة عملت على معالجة العقبات الأخرى التى كثيرا ما يواجهها هؤلاء الطلبة :

* نقص المعلومات حول فرض البرنامج ،
* الحاجة إلى مزيد من التأكيد على التفوق لأبعد مدى مع الاندماج المبكر،
* الحاجة لإعداد مبكر من نوع أفضل .

تعكس القيم الأساسية للمعهد الإيمان بالحاجة إلى رعاية الموهبة أينما تكون. وتنطبق هذه القيم بالمعنى الواسع على صميم ما يؤمن به

ليدرمان ، سواء من حيث توفير الفرص للأطفـال الذيـن يولـدون فـى فقـر أو توفير فرص البحث للعلماء الآتين من بـلاد ناميـة . هكذا فـإن الـتراث الـذى سيتركه لنا ليدرمان هو أن نعيش هذه القيم ، وأن نجذب إلى دائرتنا الآخريـن ممن يشاركون فى هذه القيم . ينعكس هذا التراث من التنوع من وجوه عديـدة لأكاديمية إلينوى ، ويزداد انعكاسا من وجهها فى معمل فيرمى، وينعكس بكل تأكيد من وجوه المدرسين والطلبة الذين استفادوا من خبرة أكاديمية المدرسين للرياضيات والعلم .

تحدى التقاليد

ظلت الفيزياء بطرائق كثيرة أكثر العلوم انغلاقا على الجمهور العام . ولا يكاد يدرس مقررا رسميا للفيزياء إلا جزء صغير من خريجـى المـدارس الثانوية ، ويرجع هذا إلى حد كبير إلى وضعها فى المنهج الدراسى للمـدارس الثانوية بالولايات المتحدة فى ذروة المقرر الدراسى فى معظم برامج العلـم . وحسب ما أورده المركز القومـى للاحصائيـات التعليميـة (ليجـوم ٢٠٠١) لـم يكمل مقررا فى الفيزياء إلا أقل من ٢٥ فى المائة من كل خريجـى المـدارس الثانوية فى ١٩٩٤ (أنظر جدول(١)) . وهذا بالمقارنة بنسبة ٥٩ فـى المائـة للكيمياء و ٩٣ فى المائة للبيولوجيا . أما فى ١٩٩٨ فيقرب من درسوا مقررا فى الفيزياء من ٢٩ فى المائة من كـل خريجـى المـدارس الثانويـة . وعندمـا نحلل أعداد من درسوا هذا المقرر حسب العِرق والجنس Sex ، تظهر لنا قلة الفرص المتاحة للإناث ، ولتمثيل طلبة الأقليات بين من يدرسون الفيزياء .

ونجد أنه بسـبب الطريقـة التـى تـدرس بهـا الفيزيـاء تقليديـا، وحسـب النتائج التـى أظهرتهـا الدراسـة الثالثـة للرياضيـات والعلـم ، فإنـه حتـى طلبـة الولايات المتحدة الذين يلتحقون بفصول للفيزياء فى مدارس ثانوية على أرفـع مستوى يبـدو أنهـم يـتركون المدرسـة وهـم علـى مسـتوى فـى تفهـم المفـاهيم

الأساسية للفيزياء أقل ممن يقارنون بهم من طلبة البلاد الأخرى (وزارة التعليم بالولايات المتحدة ١٩٩٨) .

هناك منظومات مدرسية كثيرة ليس فيها إلا قلة من المدرسين الذين يحملون مؤهلا لتدريس الفيزياء . ويصدق هذا بوجه خاص فى المناطق الحضرية الكبيرة. وعدد من يدرسون الفيزياء كمقرر أساسى فى الكليات والجامعات عدد قليل يزداد انخفاضا . وتدل البيانات الحديثة من المعهد الأمريكى للفيزياء على أن عدد الأفراد الذين تلقوا درجة بكالوريوس الفيزياء فى ١٩٩٩ كان الأقل عددا فى أربعين سنة، رغم وجود زيادة فى إجمالى عدد درجات البكالوريوس التى منحت . ولعل مما لايثير

جدول ١ . أنماط دراسة المقررات العلمية

بين خريجى المدارس الثانوية فى ١٩٩٤

	البيولوجيا	الكيمياء	الفيزياء
العدد الكلى	٩٢,٢	٦٠,٤	٢٨,٨
ذكور	٩١,٤	٥٧,١	٣١,٧
إناث	٩٤,١	٦٣,٥	٢٦,٢
بيض	٩٣,٧	٦٣,٢	٣٠,٧
أسيويون /المحيط الهادى	٩٢,٩	٧٢,٤	٤٦,٩
سود	٩٢,٨	٥٤,٣	٢١,٤
هسبانا(*)	٨٦,٥	٤٦,١	١٨,٩
أمريكيون محليون(*) أو سكان ألاسكا المحليون	٩١,٣	٤٦,٩	١٦,٢

(ليجوم ٢٠٠١)

(*) من أصول لاتينية أو من أمريكا الجنوبية .(المترجم)

(*) الهنود الحمر . (المترجم)

الدهشة أن إسهام النساء وأفراد الأقليات زاد انخفاضا فى الفيزياء عما فى مجالات المواضيع الأخرى التى تتطلب إعدادا كمّيا مماثلا ، كمجالات مثل الهندسة (مولفى ٢٠٠١).

بل وعلى الرغم من أن أكثر من ٩٠ فى المائة من كل خريجى المدارس الثانوية يكملون مقررا يُسمى البيولوجيا ، إلا أنه من غير المرجح أن نجد أن ما ينبثق من أفكار ومفاهيم مهمة فى هذا المجال هى مما يمكن أن يتفهمها الطلبة ، ذلك لأنها تعتمد على معارف تُكتسب عادة من مقررات تسمى الكيمياء والفيزياء . وإذ أدرك ليدرمان التناقض الظاهر فى ذلك ، فإنه بدأ حركة سماها "الفيزياء أولاً " (ليدرمان ١٩٩٨) . فاقترح تغيير الترتيب الذى تقدم به العلوم فى المدرسة الثانوية ، فنبدأ بالفيزياء باعتبار أنها مجال أكثر تأسسا على الظواهر . أما من اقترحوا التركيز على المعايير فقد حاجّوا بأن من غير المرجح ان يؤدى ذلك إلى حل مشكلة دراسة المقررات العلمية فى المدرسة الثانوية ، ورفض أفراد كثيرون من المشتغلين بالفيزياء فكرة نقل الفيزياء من وضعها فى القمة . وحاجوا بأنه لو أن الفيزياء أتت أولا فسيلزم تدريسها للجميع ، بما فى ذلك أولئك الذين يعتقد الكثيرون أنهم عاجزون عن تعلمها .

وأشار البراجماتيون إلى مشاكل حشد جيش من المدرسين لتوفير مقرر كهذا، والى مشاكل إنشاء المقررات وإعادة توزيع المقررات فى المستوى المناسب، والتأكد من أن الرياضيات ، على الأقل فى مستوى الجبر، سيلزم الانتهاء من دراستها بحلول الوقت الذى يدرس فيه الطلبة الفيزياء ، وما إلى ذلك . ورأى آخرون ، بما فيهم مؤيدو مبدأ العلم للجميع، أنه توجد بذلك فرصة لدعم فكرة تعليم العلم والرياضيات حتى مستويات رفيعة للطلبة من الأقليات و للطالبات الإناث . أدرك ليدرمان أنه لابد وأن هناك فى مكان ما بعض أفراد يؤدون التعليم بهذه الطريقة ، فأخذ يبحث عن

هؤلاء الخوارج. وأينما وجدهم كان يجد أعدادا أكبر فيما بين كل الطلبة يتلقون مقررات علمية من كل نوع قدرها أكبر كثيرا . وإذ شجعته هذه الاكتشافات فقد زاد من ضغطه من أجل قضيته .

نال ليدرمان منحة صغيرة من وزارة التعليم بالولايات المتحدة ليجمع معا مجموعة صغيرة من المهنيين ، ورجال السياسة ، والمؤمنين بهذا الرأى، واللاادريين، حتى يتصوروا ما الذى يمكن أن يبدو عليه العلم عبر برنامج كلى للمدرسة الثانوية . وعدل من فكرته الأصلية فى طرح العلوم بمقرر I, II , III ، أى بمقررات تكون بالترتيب فيزياء فى معظمها، ثم كيمياء فى معظمها ، ثم بيولوجيا فى معظمها . ويترك هذا التخطيط مجالا لدمج مفاهيم عن الأرض وعلم الفضاء ، والتكنولوجيا ، وما أشبه ، كما أنه يتيح للطلبة أيضا أن يتابعوا أيا من هذه المجالات بمزيد من التعمق. لم تكن الفكرة بالضرورة هى تكوين مزيد من الفيزيائيين (وإن كان هذا قد يكون إحدى النتائج) وإنما الفكرة هى العمل على زيادة معرفة كل فرد بالعلم زيادة بالغة. سيكون ليدرمان أول من يقر بأن هذه الخطة ليست هى "الحل" ولكنها تمثل الإجابة عن القائمة الحالية لعلوم المدرسة الثانوية التى لا تفيد معظم الطلبة إلا أقل فائدة ، وحيث معظم الطلبة لا يتعلمون أى فيزياء ويتعلمون عن البيولوجيا الحديثة الشئ القليل الذى يحتمل أن يكون كل ما سوف ينور اتخاذهم للقرارات طول حياتهم .

أثار ليدرمان الحوار بهذا الشأن ، بما أضاف بعدا لمن يعملون بيننا على التماس استراتيجيات انتقالية تساعد على تشكيل جسر بين ما هو موجود لدينا وبين ما نؤمن بأننا نحتاج إليه حقا . ومازال القوم يتحدثون . والجسارة وحدها هى التى تستطيع أن تدفعنا بعيدا عن مبدأ التدريجية . ولايمكن إلا لمن يكون داخلا فى صميم الأمر (أى من يكون فزيائيا لا أقل) أن يستطيع

تحدى التقليد الذى يعتبر أن الفيزياء مقرر نخبوى ، فهذا أمر قد يعد طرحه قريب من الهرطقة .

الاضطلاع بأمر العالم

لايقتصر نقص جودة تعليم العلم والرياضيات على أن يكون مشكلة فى منظومات المدارس الحضرية فى الولايات المتحدة وحدها . كما أن دعم المدرسين حتى يدمجوا طرائق التناول بالممارسة العملية والطرائق المؤسسة على البحث فى تدريس وتعليم العلم قد لايكون الاستجابة التى تناسب ما فى الولايات المتحدة وحدها.

زار جورج شابراك ، الفرنسى الحائز على جائزة نوبل ، أكاديمية مدرسى الرياضيات والعلم فى شيكاغو كما زار أيضا عددا من المدارس المصاحبة للأكاديمية. وأدرك فى التو أن هذا نموذج يمكن تكييفه ليعالج مشاكل مشابهة حول تعلم العلم فى فرنسا . عاد شابراك إلى فرنسا وقد أخذ معه اشرطة طويلة من الفيديو ورتب لحضور لقاءات مع ليدرمان فى فرنسا لبدء حملة لاستخدام طرائق التناول المؤسسة على البحث والممارسة العملية لتدريس وتعلم العلم . واستطاع شابراك اشراك وحشد أعضاء أكاديمية العلوم الفرنسية للاضطلاع بهذه المحاولة . والآن فقد أصبح ما بدأ كمشروع استطلاعى ينفذ حاليا فى البلد كلها . وأصبح هناك برنامج لدعم الممارسة العملية للعلم والعلم المؤسس على البحث
(http;//www.inrp.fr/lamap/reseau/interna/map-en.htm)

ينفذ فى المدارس الابتدائية بفرنسا ويؤدى إلى ثورة ليس فحسب فى تدريس وتعلم العلم فى هذه المدارس وإنما يؤدى أيضا إلى ثورة فى بناء علاقة عمل بين التعليم والمجتمعات العلمية .

وبرنامج الممارسة العملية الفرنسي La Main à la Pâte قد أصبح مشتركا مع بلاد أخرى عبر العالم كله . وتُرجمت وثائق العمل الرئيسية إلى الصينية ، وتأسست هيئة مشتركة للمساعدة على طرح النموذج فى الصين .

استطاع ليدرمان أن يستخدم "التسويق الفيروسى"[*] لاستعماله فى تعلم العلم بالبحث والممارسة العملية على مستوى المدارس الابتدائية . وقد دعم ذلك هو وزملاء له من فرنسا باعتبار الأمر محاولة عالمية وصلت إلى بلاد فى أفريقيا وآسيا والأمريكتين. ولعل المركزية الموجودة فى المناهج المدرسية بالبلاد الأخرى بالكرة الأرضية تتيح سرعة أكبر فى اتخاذ ماهو جوهرى من الاستراتيجيات التعليمية ، على أنه يحدث فى كل مكان ، مثلما حدث فى شيكاغو ، أن عملية التنفيذ الشاقة تكاد دائما تتبع سرعة زمنية أكثر بطئا . ولابد أن يكون للمثابرة وجود كعنصر فى كل الخطط ، وأن يصحب ذلك تنمية الموارد لدعم العمل فى المدارس.

النتيجة الخالصة

كان مبحث هذا المقال – الاضطلاع بالمشاكل التى تستحق أن يبذل فيها المرء وقته وجهده وطاقته – مبحثا سهل الاختيار . كما كانت الأمثلة مما يسهل العثور عليه. ويخصص ليدرمان المهام لكل اصدقاه وزملائه . وعموما فإنهم يضطلعون بها لأننا نؤمن بأنه قد أنجز من قبل الكثير من الفحص المدقق فيما يتعلق بمغزاها وأهميتها.

عندما نجتمع (كما آمل) فى الاحتفال المئوى بميلاد ليدرمان ، سيكون لايزال أمامنا قامة طويلة مما "يجب فعله" لتعليم العلم والرياضة

---

[*] التسويق الفيروسى Viral maketing : طريقة للتسويق بالكمبيوتر بأن يتسلل الاعلان عن السلعة التى تسوّق منتشرا كالفيروس فى المواقع المختلفة ، وتنجح هذه الطريقة فى توجيه جمهور المشاهدين لطلب السلعة.(المترجم)

للصفوف من الحضانة حتـى الصـف ١٢ . ومـن المرجـح أن ستكون بعـض الأعمال التى لم تنته بعد مازالت كما هى (أى بالنسبة للتنفيذ) . ومن المـأمول أنه ستتوفر أيادى أكثر للعمل فى مهمة تخفيض بنود القائمـة ؛ ومـن المـأمول أن يتأتى ذلك من قطاعات كثيرة مختلفة لابد وأن لديهـا هـذه المشـاكل . وإذا كان هذا سيحدث فإن الكثير منه سيكون راجعـا إلـى المثـل الـذى أقامـه ليـون ليدرمان ، الذى لا يجفل أبدا من العمل الشاق ومن مواجهة المشاكل الكبيرة .

المراجــــع :

Lederman, L. M., M. Bardeen, W. Freeman, S. Marshall, B. Thompson, and M. J. Young. ARISE: American Renaisssance in Science Education Three-Year High School Science Core Curriculum: A Framework. Batavia, Ill.: Fermilab-TM-2051, 1998.

Legum, S., U.S. Dept. of Education, Office of Educational Research and Improvement, et al. The 1998 High School Transcript Study Tabulations: Comparative Data on Credits Earned and Demographics for 1998, 1994, 1990, 1987, and 1982 High School Graduates. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Education, Office of Educational Research and Improvement, 2001.

Mulvey, Patrick J., and Starr Nicholson. "Enrollments and Degrees Report." Institute of Physics (2001) AIP report R-151.37.

U.S Department of Education, National Center for Education Statistics. Pursuing Excellence: A Study of U.S. Twelfth-Garde Mathematatics and Science Achievement in International Context. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1998.

سحر العلم

مايكل س. تيرنر

وصلت في يناير ١٩٩٨ إلى واشنطن العاصمة في ظروف جد محزنة . ذلك أن دافيد م. شرام الذى كان راعيا لى في دراستى ثم صديقا حميما ، مات ميتة مأساوية قبلها بأسابيع قليلة . وذهبت هناك لأرأس جلسة لاحياء ذكراه في الجمعية الأمريكية الفلكية . أخذت بعد الجلسة أطوف بلا هدف حول غرفة مليئة بأوراق ملصقات علمية(*) . وأمسك بي سول بيرلموتر رئيس المشروع الكوني للسوبرنوفا في بيركلي وسألني إن كنت أريد أن أرى شيئا مثيرا للإهتمام.

كان البحث الذى قدمه بيرلموتر قد أُنزلت مرتبته إلى ورقة ملصق علمية لأنه وصل في وقت متأخر بحيث لا يمكن إدراجه في البرنامج النظامي المعتاد . وأدى ما عرضه على إلى أن أغير من اتجاه أبحاثي وأعيد شحن بطارياتي العلمية . كما أنه أدى إلى تغيير مسار علم الفلك والفيزياء . وهذا هو سحر العلم الخاص – أن تدهشنا الطبيعة .

ظل بيرلموتر وفريقه لأكثر من عشر سنوات يحاولون قياس ما يحدث من إبطاء هين في تمدد الكون بسبب الشد الجذبوى الكوني لكل ما يحويه الكون. ومنذ اكتشاف إدوين هابل للتمدد نفسه ، ظل قياس هذا الإبطاء يُعد الكأس المقدسة في علم الكون . فسوف يؤدى الكشف عنه إلى إثبات فهمنا للطريقة التي تعمل بها الجاذبية عند المقاييس الأكبر ، كما أنه سوف يتيح لنا في الوقت نفسه أن نحدد مصير الكون. فإذا كان الإبطاء قليلا أو

(*) مع كثرة أوراق البحث في المؤتمرات العلمية اصبح بعضها يلقيه الباحث والبعض الآخر في شكل ملصقات. (المترجم)

منعدما سيعنى هذا أن يستمر التمدد إلى الأبد ؛ وإذا كان الإبطاء بمقادير كبيرة سيعنى هذا أن يحدث فى النهاية أن يعود الكون إلى الإنكماش ليصل إلى التقلص الكبير .

والحيلة المستخدمة فى هذا كله أن نستخدم الأجرام البعيدة جدا لننعم النظر وراء فى الماضى . وحيث أن الزمن الذى يستغرقه الضوء لينتقل إلينا من الأجرام البعيدة هو زمن له قدره ، فإننا نرى هذه الأجرام وهى فى عصر أكثر تبكيرا . والنقطة الجوهرية هى أن نعثر على الأجرام المناسبة لأن تكون علامات الطريق الكونية حتى نرسم خريطة تاريخ التمدد . يستخدمم علماء الفلك لهذا الغرض ما يسمى بالشموع القياسية - أجرام لها نصوع جبلّى معروف - يمكن رؤيتها عبر الكون . وأكثر هذه الأجرام نصوعا ، هى نجوم سوبرنوفا من نوع "Ia" (نجوم أقزام بيضاء(*) وزنها أكبر من الشمس بما يقرب من ٤٠ فى المائة وتمر بمرحلة تفجر حرارى -نووى بالكامل) ونصوعها يفوق المجرات التى تستضيفها فى فترة هذا النصوع المجيد الذى يستمر لشهر أو ما يقرب . إذا قسنا بدقة مدى نصوع نجوم السوبرنوفا البعيدة كما يبدو على الأرض ، فإننا نستطيع استنتاج مسافة بعدها (كلما كانت أكثر بعدا بدت لنا أكثر شحوبا) . باستخدام هذا التكنيك منذ عقد من السنين أخذ بيرلموتر وفريقه يتتبعون مسار تاريخ تمدد الكون وراء لزمن يبلغ عشرة بلايين عام.

لا شك أن الحديث عن هذا كله أسهل من فعله . فالمجرة النمطية لا توجد فيها نجوم سوبرنوفا إلا مرة واحدة كل مائتى سنة . وعلينا متابعة آلاف من المجرات سنويا حتى نحصد حفنة من نجوم السوبرونوفا . أخذ بيرلموتر

(*) بعض النجوم من وزن معين عندما ينفد الوقود من فرنها النووى الموجود فى قلبها ، تتغلب فيها قوى الجاذبية على قوى التمدد ويتقلص حجمها بالجاذبية إلى ما يسمى بالنجم الأبيض . (المترجم)

وفريقه يبحثون عن تلك البصمة التي تشي بوجود أحد السوبرنوفات مستخدمين أكبر كاميرا رقمية فلكية كان قد صنعها توني تايسون في معامل بل ، هي وبرامج كمبيوتر أنشأوها لمقارنة صورتين للسماء قد التقطتا في زمنين مختلفين ، وهذه البصمة الواشية هي : اختلاف في بروفيل الضوء للصورتين الملتقطين لإحدى المجرات . وبعد أن مروا بفترات نجاح كثيرة وفترات فشل أكثر ، تتضمن غناء نشيد "لن تنجحوا أبدا" تنشده جوقة من الكثيرين من علماء الفلك ، وصلوا في ١٩٩٨ إلى إعلان نتيجتهم المذهلة : إن الكون يتسارع ولا يتباطأ . وفي هذا الاكتشاف انقلاب صاعق للأمور . وأراد الفيزيائيون مثلهم مثل علماء الفلك أن يعرفوا كيف يمكن أن يكون الأمر هكذا . وددت ألا أكون بعيدا عن هذه المباراة الممتعة ، فحولت بؤرة أبحاثي إلى هذا السر الجديد.

المفروض في الجاذبية أن تكون جاذبة . ما الذى يمكن أن يسبب التسارع؟ وماذا يعني هذا بالنسبة لكثافة الكون ؟ هل من الممكن أننا لا نفهم الجاذبية فهما جيدا كما كنا نعتقد ؟ هل كانت نتيجة بيرلموتر صحيحة حقا؟

السؤال الأخير من هذه الأسئلة هو الوحيد الذى نستطيع الإجابة عنه بيقين . حدث بعد ذلك بشهر أن وجد فريق آخر يقوده بريان شميدت في استراليا النتيجة المذهلة نفسها : فتمدد الكون يتسارع ، ولا يتباطأ. استخدم فريق شميدت نجوم السوبرنوفا أيضا ، وتصادف أن استخدم الكاميرا الرقمية نفسها . وأتت أدلة بعدها بعام من مصدر مختلف تماما - خلفية الكون الميكروويفية - أكدت ما يحدث من تسارع الكون . ليست هذه النتيجة السحرية الآتية من الطبيعة مماثلة للخدع البصرية لأحد السحرة ، فهي لا تضيع عبثا . الجاذبية كما نعرفها قوة جاذبة . ولكن هناك ثغرة من نوع ردئ في نظرية النسبية العامة لأينشتين ، ثغرة استخدمها أينشتين نفسه. فالجاذبية يمكن أن تكون قوة تنافرية - ليس جاذبية المادة وإنما جاذبية خامة خارقة

جدا للمعتاد وغريبة جدا مثل طاقة العدم . حاول أينشتين تشكيل كون استاتيكى ، بأن يوازن بين الجاذبية التنافرية الموجودة فيما سماه بأنه ثابت كونى إزاء الجاذبية الجذبوية التى فى المادة . إلا أنه عندما تم اكتشاف تمدد الكون سارع إلى نبذ هذه الفكرة ، وأسماها "أفدح أخطائى".

عرف الفيزيائيون لما يقرب من أربعين سنه أن الثابت الكونى لأينشتين ليس مما يمكن نبذه بهذه السهولة . فسواء شئنا أم لم نشأ ، فإن هناك جاذبية تنافرية يمكن أن تنبثق بسبب طاقة الفراغ الكمومى . وحسب الفيزياء الكلاسيكية فإن الفراغ – الفضاء الخاوى الموجود بين الأشياء – يكون حقا خاويا . على أن ميكانيكا الكم غيرت هذه الصورة جذريا . فالفراغ الكمومى يفيض حيوية بالجسيمات ومضاداتها وهى تتواثب لداخل الوجود وخارجه ، وتعيش على ما تقترضه من الزمن والطاقة . ثبت وجود هذه الجسيمات الافتراضية فى تجربة جميلة أجراها فى أواخر أربعينيات القرن العشرين ويليس لامب . وثبت أن الفراغ الكمومى يسلك بالضبط مثل الثابت الكونى المنبوذ لإينشتين . فثابت اينشتين الكونى "يجب" أن يكون موجودا .

ومقدار ما يظهره الفراغ الكمومى من جاذبية تنافرية يعتمد على مقدار وزن الفراغ فكلما زاد وزنه تزداد تنافريته (تماما مثلما تكون جاذبية الشمس أقوى مليون مرة من جاذبية الأرض التى تزن أقل من الشمس بميلون مرة) . هكذا تكون النقطة الجوهرية أن بيرلموتر عندما يقيس مقدار التسارع الكونى فإنه يقيس وزن العدم.

إلا أن هناك مشكلة ، مشكلة كبيرة جدا . ذلك أن محاولات منظّرى الكم لحساب مقدار وزن "العدم" أدت إلى أكبر مأزق فى الفيزياء النظرية : فكل الإجابات تصل إلى مقادير كبيرة بما لا يعقل . يؤدى هذا التناقض المهول عند الكثيرين ، إلى أن يطرحوا أنه عندما نتفهم الأمر كله، سنجد أن العدم الكمومى يزن فى الواقع لاشئ (وهذا أمر معقول تماما) .

إذا كان وزن اللا شئ هو لا شئ فلابد أن هناك شيئا أعجب حتى من طاقة الفراغ الكمومى هو المسئول عن التسارع الكونـى . وحتى يكون لهذا الشئ إسم سوف أدعوه بالطاقة المظلمة لأنه يشبه الطاقة أكثر من المادة ولا يمكننا رؤيته مباشرة بالتليسكوبات . وهذه الطاقة المظلمة الغريبة تسبب ثلثى محتوى الكون ولا نعرف ماذا تكون .

لماذا نهتم إذن بما تكونه الطاقة المظلمة ؟ لا أقل من أن مصير الكون نفسه يعتمد عليها. إذا كان التسارع الكونى يرجع إلى طاقة الفراغ الكمومى ، فسوف يستمر للأبد ، وبنتائج كريهة . وفى خلال ١٥٠ بليون سنة ستصبح كل المجرات ، فيما عدا مئات قليلة ، أشحب جدا من أن نراها ، مخلفة إيانا فى وحدة بالغة . وفى الحقيقة، سيكون الحال أسوأ كثيرا من الوحدة : ذلك أننا نجد أنه فى الكون المتسارع تكون مصادر الطاقة الكونية متناهية ، بما يجعل وجود حياة ذكية مجرد خيال فى الماضى. على أنه إذا كانت الطاقة المظلمة شيئا آخر ، فإنها قد تتبدد ، الأمر الذى ينتج عنه تباطؤ كونى ، ومستقبل كونى أزهى كثيرا . وهناك اقتراحات عما يكونه هذا الشئ الآخر تتراوح بدءا من وجود شبكة شديدة التعقد من أوتار كونية تملأ الكون ووصولا إلى مفعول أبعاد غير مرئية مضافة إلى الفضاء.

تسبب سرعة الكون صداعا لأصحاب نظرية الأوتار أيضا (وإن بدت كالموسيقى فى آذان البعض) . وحيث أن نظرية الأوتار هى الأمل العظيم لإتمام زواج ميكانيكا الكم مع الجاذبية وتوحيد كل القوى ، فإنها ينبغى أن تذكر لنا شيئا حول جاذبية طاقة الكم . ولا يقتصر أمر نظرية الأوتار على إلقائها الضوء على الطاقة المظلمة ، ولكن بعض منظرى الأوتار يعتقدون أيضا أن التسارع الكونى هو ونظرية الأوتار أمران لا يتوافقان .

أصبحت أعوامنا بعد اكتشاف بيرلموتر أعواما مثيرة . وأخذت الأمور تتغير سريعا ، مع ظهور أسئلة جديدة ، وأدلة أكثر على التسارع

الكونى ، وظهرت أفكار جديدة . كما ظهرت فى الغالب بلبلة أكثر . مازلنا لا نملك أى مفتاح لحل لغز ما تكونه الطاقة المظلمة ، ولكننا واثقون من أهميتها القصوى. كما أننا أيضا نعيش أمتع أوقات حياتنا .

هكذا فإن الطبيعة هى لاغير أحذق وأبرع مما نكونه ، وإن كان العلماء ، وخاصة المنظرين يكرهون الإقرار بذلك . ونحن لا نكاد نعتقد أننا قد فهمنا كل شئ حتى تبغتنا مفاجأة كبرى . وبالطبع ، فمع معرفتنا الأكيدة بأن 'الطبيعة' ستظل من حين لآخر تفاجئنا ثانية بطريقة رائعة عميقة ، فإن هذا يجعلنا نبقى ساهرين لوقت متأخر من الليل . وكلما فعلت الطبيعة ذلك يصبح حالنا مثل حال الأطفال الصغار صباح عيد الميلاد .

ماذا سيحدث بعد ؟ لعل وقوع مفاجأتين رائعتين حقا أثناء حياة العالِم هى أكثر جدا مما يمكن أن يأمله . ولكننى على أى حال سأظل متعلقا بالمستقبل المنظور فى محاولة لأن أفهم ما تكونه الطاقة المظلمة .

هدف المدارس (فى رأيى) هو انتاج خريجين يستطيعون معالجة (*) الأمـور والازدهار فى العالم الذى ينشأون فيه . ولكن هذا العالم يتغير (فهو ليس عالم المدرسين ، والآباء ، ومديرى المدرسة ، ولاحتى عالم الرئيس كلينتون..)

(*) يجب بالطبع أن يعالجوا أمور حياتهم هم ، ولكن عليهـم أيضـا أن يلعبـوا دورا فى اتخاذ القرار بشأن الطريقة التى ستسـتخدم بهـا المدينـة ، والولايـة ، والأمة إمكانات التكنولوجيا الجديدة المروعة :

من أجل فائدة البشرية

(بوادبست / WCS

أو

من أجل الجشع والخوف



الجزء الثالث

إعادة تشكيل

إطار تدريس العلم

اشرب عميقا
وإلا لن تتذوق
ينبوع المعرفة

تأملات فى تدريس
وتعلم العلم (*)

ستيفن جاى جولد

معظم عبارات الاقتباس المشهورة تكون مختلقة ؛ فأيا كان الحال من ذا الذى يستطيع أن يدبر عبارة من هذا النوع بسرعة خاطر بالغة فى لحظة من اقصى الضغط فى معركة أو قبل موته مباشرة ؟ لاشك أن القائد العسكرى لن يغمغم وقتها إلا بعبارة سوقية كأن يقول " عليهم اللعنة ، هاهم يأتون" ، بدلا من يقول عبارة ملهمة مثل " لا يطلق أى واحد منكم النار حتى يرى بياض أعينهم" . ونحن بالمثل ، نعرف سطورا كثيرة من الأدب العظيم نسئ اقتباسها بطريقة قياسية بدلا من أن نذكر العبارة بدقة . فبوجارت لم يقل أبدا ، "أعد القيام بها يا سام" ، والمسيح لم ينادى بأن " من يعيش بالسيف سيموت به " . ومما يثير السخرية ، بالنسبة لهذا الإصدار الخاص عن التعلم، أن أشهر كل الاقتباسات يبدو مسطورا فى خرق حيث وضعت هنا كلمة

(*) مقال ستيفن جاى جولد " إشرب عميقا ، وإلا لن تتذوق ينبوع المعرفة " : "تأملات فى تدريس وتعلم العلم" ظهر لأول مرة فى مجلة "ناتشيورال هيستورى" (التاريخ الطبيعى) ، سبتمبر ١٩٩٧ . ونشر هنا بإذن من المجلة . حقوق النشر يملكها المتحف الأمريكى للتاريخ الطبيعى.

"المعرفة" بدلا من الكلمة الأصلية (Pierian) . دعنا إذن نعيد وضع كلمتنا المحتفى بها كما كانت فى "مقال عن النقد " لألكسندربوب:

تعلُّم القليل شئ خطر ،
إشرب عميقا . وإلا لن تتذوق "ينبوع المعرفة" (Pierian spring)
فالجرعات الضحلة هناك
تسكر المخ ،
والشرب بجرعات كبيرة يفيقنا ثانية .

لدى نظرية حول استمرار بقاء هذا الاقتباس الذى يساء الاستشهاد به نمطيا وهو أن "المعرفة القليلة شئ خطر" ، ونظريتى فيها حدس أستطيع أن أدعمه من خلال الإدلاء بشهادة شخصية محرجة . أعتقد أن الكتّاب يقاومون أن يستشهدوا بهذا الاقتباس استشهادا كاملا دقيقا لأنهم لا يعرفون معنى السطر الثانى الحاسم . فما الذى يكون بحق الشيطان معنى "ينبوع المعرفة " وكيف يمكن للمرء أن يفسر الاقتباس إذا كان لا يعرف ذلك ؟ وهكذا يُجتزأ السطر الأول وحده من الذاكرة المضللة ، وتختفى كلمة "التعلم" .

أقسمت أنى قبل أن أبدأ هذا المقال الصغير عن تعلم العلم أن أفهم ما يكونه ينبوع المعرفة (Pierian spring) حتى تتوافر لى الجرأة للاستشهاد بهذا المقطع الذى لم أستشهد به قط خوفا من أن يسألنى أحد عنه. وثبت فى النهاية أن "الإجابة ميسرة على نحو بهيج – بعد دقيقتين من اتباع مفتاح زائف فى الموسوعة (وقراءة مقالين لا علاقة لهما بالموضوع حول فنانين إسمهما 'بييرو') ، اعقبهما تحول مفيد إلى " قاموس أوكسفورد للإنجليزية" . يخبرنا هذا المرجع المحترم أن بييريا (Pieria) هى " منطقة فى شمال ثيسّالى ، الموطن المشهور لآلهات الفن الاغريقيات (Muses)" . وبالتالى فإن (Pierian) تصبح " نعتا لآلهات الفن ؛ وبالتالى فهى تستخدم كتلميح يشير إلى الشعر والتعلم" .

هكذا أخذت أتأمل أمر التعلم . ألا توضح قصتى الصغيرة هذه حالة عامة. نحن نخاف أن الشئ الذى نريد أن نتعلمه سيكون صعبا وأننا حتى لن نستطيع أبدا أن نكتشف طريقة تفهمه . وبعدها ، فإننا حين نحاول ذلك فعلا ، نجد أنه سهل – مع ما يصحب هذا الإكتشاف من بهجة ، ذلك أنه لا توجد متعة أكبر من متعة العثور على الحل الأكيد للغز صغير. والحل سهل طالما تكون لدينا أدوات متاحة لذلك (لايتاح لكل فرد التوصل مباشرة " لقاموس أوكسفوردد للانجليزية" ؛ ومما يثير الأسى بأكثر أن معظم الناس لم يتعلموا قط كيف يستخدمون هذه الموسوعة الموجزة العظيمة أولا يعرفون حتى بوجودها) . التعلم يمكن أن يكون سهلا لأن العقل البشرى إسفنجة للتعقّل مسامها لها قدرة مذهلة على التشرب ولها نهم شديد ، هذا إن كان هناك تعليم وتشجيع على النحو الصحيح الذى يبقى هذه المسام متفتحة .

من الأوضاع الشائعة فى ثقافتنا ، والتى يشكو منها المدرسون ، أن العلم (science) من بين كل الموضوعات ، تبلغ مرتبته أن يكون أصعب موضوع للتعلم وبالتالى فهو الأندر بين كل فروع المعرفة وأقلها فى أن يتاح الوصول إليه . قد يكون العلم شيئا محوريا فى حياتنا العملية ، ولكن محتواه يظل غامضا بالنسبة لكل الأمريكيين تقريبا ، وبالتالى فإنه لا مفر لهم من أن يستخدموا فوائده مع افتراض الإيمان به (يشغِّل الواحد منهم سيارته أو جهاز الكمبيوتر وهو يصلى آملا أن يعمل هذا الشئ) أو وهم يخشون قدراته واقتحاماته الغريبة عليهم (هل سيسرق نسيخى شخصيتى ؟ هل سيؤدى احترار الأرض مثل بيت النباتات إلى إغراق مدينتى ؟). ونحن نتوهم أن معرفة الجماهير بالعلم قد تكون ضحلة إلى حد خارق للمعتاد ، وذلك لأنه لا يوجد إلا قلة ممن يهتمون بموضوعه أو يكونوا على دراية به (وهذا يرجع إلى حد كبير إلى الخوف أو إلى مزاعم لاصلاحية لها مطلقا) وكذلك لأن من يعلنون اهتمامهم بالأمر تكون قدرتهم على الفهم سطحية أكثر مما ينبغى . وبالتالى فحتى يستمر الأمريكيون فى استخدام إستعارة بوب المجازية

المعكوسة فإنهم يتحاشون الشرب العميق الذى تتطلبه الإفاقة ويحافظون على قلة تعلم العلم بما فيها من خطر.

أكتب هنا لأحاج أن هذا الاعتقاد الشائع بين رجال التعليم بما يكاد يشبه التعاويذ ، هو اعتقاد خطأ بالكامل وهو أساسا نتيجة خطأ شائع فى علوم التاريخ الطبيعى (بما فى ذلك علم الاجتماع الانسانى فى حالتنا هذه) فهو تصنيف زائف. وأنا أعتقد أن العلم مما يتاح التوصل له على نحو رائع، وان معظم الناس يظهرون اهتماما قويا به ، وأن مستويات التعليم العام وصلت إلى مستوى مرتفع تماما (وإن كان ذلك من خلال ثقافة عامة نقر بأنها مضادة للعقلانية) ، ولكننا نخطئ عندما نفشل فى أن نضع فى الداخل من نطاق العلم أقصى ما تبلغه مجالات تعلم الجماهير. (وأنا مثل بوب أميز بالفعل بين التعلم ، أو الفهم العميق بواسطة جهد وممارسة طويلين ، وبين مجرد المعرفة، التى يمكن نسخها ميكانيكيا من أحد الكتب.)

وأنا بالطبع لا أزعم أن معظم الناس لديهم المهارات التكنيكية العالية التى تؤدى إلى الكفاءة المهنية . إلا أن هذا هو الحال بالنسبة لأى موضوع أو حرفة ، حتى فى أقل الإنسانيات اتصافا بالغموض والصبغة الرياضية . فلا يستطيع العزف فى أوركسترا سيمفونى إلا أفراد قليلون من الأمركيين ، ولكننا كلنا تقريبا نستيطع أن نتعلم إدراك قدر الموسيقى بطريقة عقلية جادة . ولا يستطيع إلا قلة من الأفراد أن يقرأوا الإغريقية القديمة أو إيطالية القرون الوسطى ، ولكننا جميعا نستطيع أن نتعلم عشق ترجمة جديدة لهوميروس أو دانتى . وبالمثل لا يستطيع إلا قلة من الأفراد أداء رياضيات فيزياء الجسيمات ، ولكننا جميعا نستطيع فهم القضايا الأساسية التى تكمن وراء

الأسئلة العميقة حول الطبيعة النهائية للأشـياء ، بل ونسـتطيع حتـى أن نتعلم الفارق بين الكوارك الفاتن وكوارك القمة(*) المكتشف حديثا .

ونحـن لا نتبـع ذلـك التصنيـف الزائــف ، فنقصــر المعرفــة الوافيــة بالموسيقى علـى العازفين المحـترفين ؛ وإذن فلمـاذا نقصـر فهـم العلـم علـى أولئك الذين يعيشون فى المعامل، ويديـرون الأقـراص المدّرجـة ، وينشـرون أوراق البحـث العلميـة ؟ التصنيفـات هـى مجـرد نظريـات للمعرفـة ، وليسـت أمـورا موضـوعيـة مثـل خانـات الأوراق فـى خزانـة أو أرفـف القبعــات ، أو ألبومات طوابع البريد ، حيث هناك مواضع تخصيص مسـبق . عندمـا يوجـد تصنيف زائف مؤسس على نظرية معرفة كاذبة ، فإنـه يمكـن أن يـؤدى بنـا إلى أسوأ ضـلال . فـى ١٥٥٥ وضـع جيلـوم رونديليت تصنيفـه الكلاسيكى للأسماك ، وبدأ قائمة فئاته " بالأسماك المفلطحة والمضغوطة" ، و " تلك التى تـأوى بيـن الصخـور"، و "الأسـماك الصغـيرة " ، و " أجنـاس السـحالى" و "الأسماك المستديرة تقريبا " ، وهو عندمـا فعـل ذلـك أعـاق كثـيرا أى تبصـر عميق فى علم الأنساب كأساس حقيقى للترتيب التاريخى .

هناك ملايين من الأمريكييـن الذيـن يحبـون العلـم وتعلمـوا الاحسـاس بالمعرفة الحقيقية فى طريقة تعبير مختـارة . ولكننـا لانحـترم هـذه التعبيرات بأن نصنفها داخل نطاق العلم ، وان كان من المؤكد أننا ينبغى أن نفعل ذلـك، والسبب هو أنها تحتوى على العناصر الرئيسـية للمعرفـة التفصيليـة بالطبيعـة والتفكير الناقد ، وهى معرفة مبنية علـى المنطـق والخبرة . ولننظـر فحسـب أمر القائمة الصغيرة التالية التى تشمل كل الأعمار والطبقات وتتضمن جـزءا له قدره من السكان لدينا . لو كانت كل صنوف الناس الآتية فى القائمـة تفهم

(*) أنواع من جسيم الكوارك ، الجسيم الأساسى لمكونات نواة الذرة كالبروتون والنيوترون. (المترجم)

أن أفرادها " يمارسون" العلم ، فإن الديمقراطية عندها ستتصافح هي والهيئة الأكاديمية ، وربما سنتعلم آنذاك كيف نحصد هذا الافتتان العميق المنتشر ليعمل في خدمة التعليم الأعم . (أود أن أشكر هنا فيليب موريسون أحد أكثر الحكماء بين العلماء والانسانيين ، لأنه بين لي هذه الحجة منذ أعوام كثيرة ، وبهذا وضع تفكيري في المسار الصحيح) .

١ - المعرفة الرفيعة بالإيكولوجيا(*) فيما تحت سطح الماء بين المتحمسين لأسماك المناطق الحارة ، وهم عادة ذكور من الطبقات الكادحة وبالتالي فهم غالبا غير معروفين للمثقفين المحترفين الذين ينحون إلى الطلوع من طبقات اجتماعية أخرى .

٢ - خبرة الأعمال البستانية لدى ملايين الأعضاء في الآلاف من نوادي الحدائق ، التي يحتلها عادة النساء الأكبر سنا من الطبقة المتوسطة .

٣ - أفراد الطبقة العليا هواة صيد الطيور ، ورحلات صيد السفاري، والسياحة البيئية .

٤ - المعرفة الوثيقة بالتاريخ الطبيعي المحلي فيما بين ملايين القناصين وصائدي السمك .

٥ - تعلم التليسكوب فلكيا (والخبرة في مجالات تمتد من صقل العدسات حتى البصريات النظرية) بين المتحمسين لذلك ، مع ماليديهم من نوادي ومجلات .

٦ - أوجه الحدس التكنولوجية لدى هواة ميكانيكا السيارات ، وبناة النماذج ، وملاحي عطلة نهاية الأسبوع .

(*) الإيكولوجيا علم دراسة العلاقة بين الكائنات الحية وبيئتها . (المترجم)

٧ - بل وما يوجد من معرفة احصائية بين المهرة من لاعبى البوكر ومتتبعى سباق الخيل.

(ويبدو أن المخ البشرى له بنية سيئة بوجه خاص فيما يختص بالاستدلال بشأن الاحتمالات ، ولاتوجد عقبة أكبر من ذلك إزاء التفكير العلمى الحقيقى . إلا أن الكثيرين من الأمريكيين قد تعلموا أن يفهموا الاحتمالات من خلال ما يوجد من تحد نهائى فى مفكرة جيبهم)

٨ - ما يوجد فى المثل الحاسم المفضل لدى ، حيث يكتسب الأطفال الأمريكيون خبرتهم بالديناصور بأن يتعلموها بكل الحب - وليس بأن يعرفوها لاغير . كم أود لو استطعت أن أقدر كمّ القوة العقلية الموجودة لدى أطفال أمريكا الذين بلغوا الخامسة من عمرهم والتى يدل عليها كل هجائهم الصحيح لأسماء الديناصورات الشنيعة فى تعقدها. سوف نتمكن آنذاك من أن نحرك الجبال حقا.

سنجد أن الاعتقادات الشائعة فيها من التخلف ما يثير السخرية . نحن نعتقد أن من المتأصل فى العلم أن يكون صعبا ومروعا وملغزا ، وأن المدرسين لا يستطيعون شق الطريق للمعرفة اللازمة ، إلا بالتهديد والموعظة، حتى يدخلونها فى ذهن أفراد قلة صغيرة تنعم بنزعة ما طبيعية فطرية . لا . إن معظمنا يولدون وهم يحبون العلم (فالعلم على أى حال ليس إلا طريقة لتعلم الحقائق ومبادئ العالم الطبيعى المحيط بنا ، فكيف يمكن لأى فرد أن يعجز عن أن يستثيره موضوع حميم كهذا ؟) . إذا كان علينا أن نخر هاوين فى جانب من الطريق ، وأن نقاد بحماقة للقول بأننا نكره أو نخاف موضوع العلم ، فإنه ينبغى قبلها أن يُهزم هذا الحب بداخلنا حتى "يخرج" منا بعيدا. يظل العلم يشتعل ساطعا طول حياة الملايين الذين يبقون من هواته بالمعنى الحرفى الثمين للكلمة ("أولئك الذين يحبون") والذين

يتابعون "الهوايات" فى المجالات العلمية التى نرفض بزيف أن نضعها ضمن البوصلة التصنيفية لفروع المعرفة .

هكذا نجد فى النهاية أن مهمة التربية والإنقاذ تقع على كاهل أولئك الذين يمثلون ما أسميته كثيرا بأنها أنبل كلمة فى لغتنا ، كلمة المدرس . (يأتى "الأب" فى قائمتى فى المكان الثانى بعد "المدرس" ؛ ويأتى المدرسون أولا لأن الوالدين بعد اتخاذ قرار معين ، لايكون لهم خيار.) مازالت هناك الرغبه العارمة (والتخطيط) التى تقف صامدة ضد موت الضياء فى افتتان الطفولة . لنكن مثل المعلم الأول للأدب الانجليزى، كاتب أوكسينفورد فى "حكايات كانتربرى" لتشوسر - الرجل الذى فتح معا خواتيم عقله وقلبه ، من أجل "أن يتعلم فى ابتهاج ويدرّس فى ابتهاج" .

الجامعة كشريك
فى تحول تعليم العلم

ايلنورا هاركومب
ونيل لين

أسعدنا أن ننضم إلى هـذا العدد الكبير من الزمـلاء والمعجبين فـى تكريم د.ليون ليدرمان بمناسبة عيد ميلاده الثمـانين . وبالنسبة لأى فـرد فـإن الإسهام فى تقدم العلم من خلال أبحاث تشق للعلم مسـاره لهو إنجـاز فيـه مـا يكفى ، أما فى حالة ليون ، فإنه بعدها حول انتباهه – أو حول طاقته المبدعة وقدراته الهائلة على الإقناع – إلى محاولة الارتقاء بتعليم العلم والرياضة فـى هذا البلد. وقد أصبح له فى هذا تـأثير هـائل، بـدأه بجهـوده لربـط التعليـم فـى مرحلة (الحضانة – الصف الثانىعشر) بأبحاث معمل معجل فيرمى القومـى، المعمل المرموق فى عالم فيزياء الطاقة العالية . تفهّم ليون ليدرمان دائمـا أن الصغار لديهم فضول للطبيعة ، وأنهم يتعلمون أفضل التعليم بإلقـاء الأسئلة ، طالما أن هناك من يشجعهم ويساعدهم على إيجاد الإجابات .

أصدرت "اللجنة القومية لتدريس العلم والرياضيات فى القرن الحـادى والعشرين" برئاسة السيناتور السابق جون جلين ، تقريرا فـى سبتمبر ٢٠٠٠ عنوانه"قبل أن يتأخر الأمر بأكثر مما ينبغى" (وزارة التعليم بالولايات المتحدة ٢٠٠٠) ، وكان على التقرير أن يورد ما يلى حول الموقف فى الأمة :

> فى فجر هذا القرن وهذه الألفية الجديدين ... لايقتصـر الأمـر على أن رفاه أمتنا وشعبنا فـى المستقبل سيعتمد علـى حسن تعليمنا لأطفالنا بوجه عام ، وإنما سيعتمد أيضا بوجـه خـاص على حسن تعليمنا لهم فى الرياضيات والعلم ... ويتضـح كـل

الوضوح مما لدينا من قبل من براهين متاحة أننا لا نؤدى هذه المهمة كما ينبغى ... فأطفالنا (نحن) يتخلفون وراء ؛ إنهم ببساطة ليسوا "متعلمين على المستوى العالمى" عندما يتعلق الأمر بالرياضيات والعلم .

نال لين شرف العمل فى "لجنة جلين " وأذهله الحجم الهائل للتحدى الذى نواجهه كأمة وكمجتمع من العلماء والرياضيين والمهندسين والمهنيين الفنيين الآخرين ، ممن يشغلهم الأمر ، ولكنهم مازالوا إلى حد كبير غير مشاركين فيه .

تفهم ليدرمان هذا التحدى جيدا وكان أن فعل شيئا بشأنه . ولسنا كلنا ممن يمكنهم تكوين مراكز تعليمية وأكاديميات مثلما فعل هو ، وإن كان يمكننا أن نوفر من القيادة والحساسية والتوجيه مايلزم لدعم مدرسينا . سوف يعتمد الارتقاء بتدريس العلم فى الولايات المتحدة اعتمادا كبيرا على القيادات التى يولدها مجتمعنا العلمى بأكمله فى الجامعات ، والمعامل الحكومية ، والصناعة. وتقع على عاتقنا مسئولية إعداد المدرسين الذين يستطيعون رعاية الفضول ، والارشاد إلى تشكيل إطار الأسئلة ، والتوجيه إلى الدرب المؤدى للاكتشاف والأسئلة ، عندما يستكشف طلبتنا العالم من خلال البحث والتجريب، كما يدعو ليدرمان .

نموذج

صادق ليدرمان مؤخرا على أهمية كتاب "تدريس العلم / تعلم العلم" (هاركومب ٢٠٠١) الذى ألفته ايلنورا هاركومب ، وهو مرجع للعلماء الآخرين الذين يلتمسون الآراء عن ديناميات حجرات الدراسة وعن التبصرات فى ثقافات المدرسين. يتكون الكتاب من وصف لعشرة أعوام من التحديات والنجاحات لدى مدرسى العلم فى هوستون فى "مشروع المعمل

النموذجي للعلم " الذى تأسس حتى يحدث تحسينا دراميا فى تعليم العلم فى مدارس هوستون الحضرية ويقوده مركز رايس الجامعى للتعليم ، وهو مركز يعمل بمشاركة مع منطقة هوستون المدرسية المستقلة . ونحن نلفت نظر القارئ لهذا البرنامج ، ليس فحسب لأنه مثل للمشاركة فى فلسفة التعليم التى يروج لها ليدرمان ، وإنما لأن هذا البرنامج قد أنجز أيضا سجلا مذهلا فى استمرار استبقاء المدرسين .

سنجد أن ما يزيد عن ٩٥ فى المائة من المدرسين الذين تعرضوا لتأثير المعمل النموذجى للعلم خلال الأحد عشر عاما الماضية قد ظلو باقين فى التعليم حتى الموت أو التقاعد! ولو حدث أن استمر بقاء المزيد من المدرسين بمعدلات كهذه ، لما واجهت الأمة نقصا خطيرا هكذا فى مدرسى العلم . ولعل السبب الرئيسى لهذه الأرقام المثيرة هو ما حدث من تغير فى فلسفة ووجهة نظر المدرسين الذين أمضوا وقتا فى هذا البرنامج . وهاك ما كان على أحد المدرسين أن يقوله :

> قبل حضور البرنامج ، حاولت أن أتعلم السبل لأن أكون مدرسا فعالا للعلم ، ولكنى لم انجح فى ذلك . وكلما أكملت سنة دراسية ، لم أكن أحس بأنى قد أحدثت فى حياة طلبتى فارقا مهما . ظل طلبتى يمتدحوننى دائما كمدرس عظيم ، ولكنى لم أكن أحس بذلك . أحيانا كنت أجد انى أعلّمهم بالطريقة التى تعلمت بها ، بأن ألجأ مثلا إلى المحاضرات والدراسة النظرية من الكتب . أما هذا البرنامج فقد أتاح لى أن أزدهر. أحسست بأنى قد انتعشت . هكذا وجدت ما يشجعنى ويجبرنى على الخروج من مكمنى المريح . وما إن تعلمت طريقة التدريس المبنى على البحث ، حتى أصابنى الحماس . وأصبحت بمرور السنة أكثر وأكثر ثقة

فى تدريسى ، وأنا أتحدث أمام أفراد بالغين، مبدعا ما هو أصيل من بحث/منهج ، ومن كتابة . (سى. ج.)

الزمن ، والعلم ، وبؤرة التركيز على الطالب

مشروع المعمل النموذجي للعلم طريقة تناول تجمع الجوانب المختلفة من تعليم العلم التى تبين أنها مهمة – وجود الزمن الكافى للمدرسين للتأمل والتنامى ، وإثراء المحتوى العلمى من خلال البحث والتفاعل مع العلماء ، ووجود فرصة للتطبيق المباشر للتبصرات على فصل من الطلبة مع متابعة فعالية طرائق التدريس فى أن تؤدى للفهم العميق عند الطلبة . وينبنى التصميم ويتركز على برنامج إقامة سنوية للمدرس بعيدا عن العمل الروتينى. يتحرر كل سنة ثمانية مدرسين بالإعدادية من واجباتهم العادية فى الفصول الدراسية ليلتحقوا بالمعمل النموذجى للعلم الذى ينفذ عملياته فى مدرسة إعدادية حضرية فى وسط هوستون . ويوضح الجدول (١) قائمة عمل نمطية لأسبوعين . يحدث فى كل يوم دراسى أن يقوم كل مدرس مقيم بالتدريس لفصل من أربعة وعشرين طالب بالمدرسة الإعدادية مع مدرس بالفريق، وذلك لمدة تسعين دقيقه ، ويستخدم بقية اليوم فى عمل تحليل واستخلاص معلومات بشأن الفصل ويخطط للفصل التالى بالتفصيل مستخدما مراجع متعددة . ويحضر المدرسون المقيمون فى أيام متناوبة فصول جامعة رايس الخاصة التى تُعطَى فى الموقع بالمدرسة الاعدادية . يتعلم المدرسون المفاهيم العلمية بالطريقة التى يُشجَّعون على التدريس بها ، أى عن طريق البحث . وبالإضافة ، فإنهم يكتسبون توسعات مهنية من خلال زيارات تُجرى لمعامل الابحاث . ومن خلال رحلات ميدانية ، ومحاضرات خاصة ، ومؤتمرات ، وملاحظة غيرهم من المدرسين . وهكذا يشكل المدرسون الثمانية شبكة مهنية قوية داعمة وهم يتشابكون معا فيدمجون كل معلوماتهم الجديدة وخبراتهم القديمة ليشكلوا بيئة تعليمية فعالة للشباب الحضرى . يوفر المعمل النموذجى للمدرسين مكانا آمنا لتجربة الأفكار الجديدة ، والمشاركة مع

نظرائهم ، وتطبيق التكنولوجيا كأداة فى التدريس ، وممارسة القيادة بأداء عروض فى ورش مهنية . تعود بؤرة التركيز دائما إلى دعم فهم الطالب للمفاهيم العلمية بدلا من حفظ الكلمات عن ظهر قلب .

فى نهاية سنة الإقامة ، يُطلب من المدرسين العودة إلى مدارسهم الأصلية لمدة سنة واحدة على الأقل . وهم يعودون إلى المعمل النموذجى فى اجتماعات شهرية تطوعية وليعرضوا ورش العمل . يزور أعضاء هيئة المعمل النموذجى فصول المدرسين المقيمين السابقين ويواصلون تشجيعهم على التقدم فى جهود الأكاديمية وتنمية قيادتهم . تساعد شبكة النظراء على التخفيف من الاحساس بالعزلة .

النتائج : أداء الطلبة

لم يقتصر برنامج المعمل النموذجى على أن يسبب تحولا فى وجهات نظر المدرسين ، ولكنه أدى أيضا إلى التأثير فى الطلبة فى فصولهم الرئيسية. أول كل شئ ، أصبح الطلبة أكثر مشاركة فى تعلمهم . وبالنسبة لفعالية التدريس بالبحث الذى اتخذه معظم مدرسى المعمل النموذجى فإنه لم يتم قياسها جيدا باختبارات قياسية . ومع ذلك ، فعندما أجريت مقارنة بين الطلبة الذين تعلموا على يد خريجى المعمل النموذجى والطلبة الذين تعلموا على يد مجموعة حاكمة من المدرسين فى المدارس نفسها ، فى مواقف قبل وبعد الاختبار ، وجد أن هناك تقدم أكبر بما له معنى احصائيا (P أقل من ٠,٠١) يظهر عند طلبة مدرسى المعمل النموذجى . وهذا التحسن بدرجات أكبر حدث فى اختبار معدل المحتوى العلمى حسب "التقييم القومى للتقدم التعليمى " وحدث أيضا فى الجزء الرياضى من اختبار " تقييم تكساس للمهارات الأكاديمية (تقييم تكساس هذا لا يُجرى سنويا) .

جدول (١) قائمة نشاط نمطى لثمانية مدرسين مقيمين فى المعمل النموذجى للعلم

الأسبوع الأول

	الأثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة
صباحاً	المدرسان ١ ، ٢ يدرسان لفصل من الطلبة .	فصل عن محتوى العلم يعطى للمدرسين	المدرسان ١ ، ٢ يدرسان لفصل من الطلبة .	فصل بيدا جوجيا للمدرسين	المدرسان ١ ، ٢ يدرسان لفصل من الطلبة .
	المدرسان ٣ ، ٤ يدرسان لفصل من الطلبة .		المدرسان ٣ ، ٤ يدرسان لفصل من الطلبة .		المدرسان ٣ ، ٤ يدرسان لفصل من الطلبة .
بعد الظهر	المدرسان ٥ ، ٦ يدرسان لفصل من الطلبة	المدرسون يراقبون ويحللون مدرسا خبيرا فى منطقة هوستون المدرسية المستقلة	المدرسان ٥ ، ٦ يدرسان لفصل من الطلبة	عالم زائر يعرض أبحاثا	المدرسان ٥ ، ٦ يدرسان لفصل من الطلبة
	المدرسان ٧ ، ٨ يدرسان لفصل من الطلبة .		المدرسان ٧ ، ٨ يدرسان لفصل من الطلبة.		المدرسان ٧ ، ٨ يدرسان لفصل من الطلبة.

الأسبوع الثانى

	الأثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة
صباحاً	فصل عن محتوى العلم يعطى للمدرسين	المدرسان ١ ، ٢ يدرسان لفصل من الطلبة .	فصل بيدا جوجيا للمدرسين .	المدرسان ١ ، ٢ يدرسان لفصل من الطلبة .	يحضر المدرسون تدريبا فى البرامج القومية مثل ، SEPUP Fast Plants; FOSS. WET. أو يقومون برحلة ميدانية ، أو يعرضون ورشة عمل أو يذهبون إلى مؤتمر .
		المدرسان ٣ ، ٤ يدرسان لفصل من الطلبة .			
بعد الظهر	مقابلة طالب كحالة دراسة ، أو فصل للكتابة	المدرسان ٥ ، ٦ يدرسان لفصل من الطلبة	فصل تكنولوجيا ، أو تفاعل مع المدرسة الأصلية للمدرس .	المدرسان ٥ ، ٦ يدرسان لفصل من الطلبة	
		المدرسان ٧ ، ٨ يدرسان لفصل من الطلبة .		المدرسان ٧ ، ٨ يدرسان لفصل من الطلبة .	

النتائج : استبقاء المدرسين

ربما يكون الاستبقاء أفضل مؤشر رقمى على فعالية البرنامج حيث يعكس عودة التفانى للمدرسين . ونجد كما ذكرنا من قبل ، أنه من بين أثنين وثمانين مدرسا كانوا فى برنامج الاقامة عبر الأحد عشر عاما الماضية ، بقى ٩٥ فى المائة منهم يعملون بالتعليم . وهذا استبقاء ملحوظ فى منطقة مدرسية لديها نسبة الاستقلاب الحضرية النمطية التى تقرب من سُبعْ المدرسين فى كل سنة . بقى مدرسو المعمل النموذجى ملتزمون بالنسبة للأطفال الحضريين ، بحيث بقى ٧٤ فى المائة منهم فى منطقة هوستون المدرسية المستقلة . أما من غادروا تلك المنطقة فقد كانوا عادة يعملون تبعا لما هو قرين لها فى أوضاع حضرية أخرى ، ولم ينتقل إلى مدارس الضواحى إلا نسبة ٩ فى المائة . وبالإضافة ، فإن مدرسى المعمل النموذجى ظلوا عموما يعملون بالتدريس ، حيث واصل ٧٤ فى المائة من العدد الأصلى العمل فى الفصول المدرسية ولم ينتقل إلى العمل الإدارى إلا ١٧٪ فقط . وخلق المدرسون فرص قيادة خاصة بهم بالعمل كراعين لمدرسين آخرين ؛ وعن طريق المساعدة فى تطوير المنهج الدراسى؛ والعمل القيادى فى منظمات مهنية ، ومن خلال تقديم عروض لجمهور مستمعين محلى ، أو فى الولاية ، أو على نطاق قومى أو دولى.

المعمل النموذجى للعلم

أحد أحجار الزاوية فى مشروع المعمل النموذجى للعلم هو توفير فرص تعلّم العلم للمدرسين حيث يمكنهم الكفاح مع الطبيعة والأفكار ، بمثل ما يفعله العلماء تماما ، وأن يخبروا النشوة التى يثيرها الاكتشاف وتوليد التبصرات فى المفاهيم العلمية. فيمارسون آهة انشراح الصدر بالانجاز الذى يتأتى بالتعلم الحقيقى ، وينمون حماسا متجددا (أو جديدا) بالنسبة للبحث ، بحيث يمكن أن يدعمهم ذلك دعما جيدا فى المستقبل . عندما يصبح

المدرسون مشاركين بتعلمهم هم أنفسهم تعلما نشيطا ، فإنهم عادة يصبحون متلهفين على أن يشركوا طلبتهم فى انفعالهم ، ويؤدى هذا إلى حدوث تحول فى طريقة تدريسهم . ولنستمع لهذه المدرسة فى المعمل النموذجى وهى تقول:

صنع البرنامج لى النموذج لفكرة أن إخبار أحدهم بشئ ما هى أقل الطرق فعالية لإحداث تغيير . كان علىّ أن أكتشف لنفسى التغيرات اللازمة لأن تُصنع فى طريقة تدريسى وذلك حتى يكون لدى الحافز والدافع لاعادة بنائها .

وجدت أن ما اكتشفته عن التدريس الفعال لهو أمر بسيط؛ وهو يتركز فى تعريفى للفهم . كان تعريفى الأول له متعلقا باستدعاء المعلومات المعروضة كتابة وشفويا ، ولكن هذا قد تغير. وما أشعر به الآن هو أن التعلم يشمل تفهم أحد المفاهيم جيدا بالقدر الكافى للتمكن من البرهنة على هذه المعرفة ، وشرحها وتطبيقها . وهو يعنى بالنسبة للمدرس تفهم الطريقة التى يمكن للمتعلم بها أن يدمج فى ذاته هذه المفاهيم ويشكلها . كانت هذه المعرفة هى الحافز لتغيير الطريقة التى أدرس بها . شجعنى الموجه على أن أخاطر وأنمو . وها أنا دارسة ومدرسة بدأت فحسب فى التغير . (ن. ج)

النقطتان الرئيسيتان فى هذه الشهادة هى(١) الإخبار بشئ ما هو أقل الطرق فعالية فى التدريس و(٢) التعلم يشمل تفهم أحد المفاهيم جيدا بما يكفى لاستخدامه . وهكذا نجد أن ن.ج. مدرسة على درجة بالغة من حسن الإدراك وتعتنى بحماس بأمر طلبتها . عادت ن.ج. إلى فصلها الدراسى بعد خبرة المعمل النموذجى وأصبحت ذات فعالية بالغة مع طلبتها حتى أن

مدرستها كلها أخذت تتبع مثالها بل وأعادت المدرسة تنظيم ميزانيتها وجداول عملها بحيث تستطيع ن.ج. مساعدة نظرائها فى فصولهم .

يتوازن جانب المحتوى العلمى فى مشروع المعمل النموذجى مع جانب التركيز على طريقة تعلم الصغار . ويُوجد الآن كم كبير من الأدبيات عن التعليم بالبحث ، والبنائية ، والتدريس للفهم (كوهين وماك لاولين وتالبرت ١٩٩٣ ؛ ما ير ١٩٩٥ ؛ المجلس القومى للبحوث ١٩٩٦؛ واطسون وكونيسيك ١٩٩٠ ؛ ويسك ١٩٩٧). وهناك سلسلة من شرائط الفيديو تدعى "الكون الخاص" (١) لها فعل قوى بالذات فى البرهنة على وجود واستمرار بقاء مفاهيم ساذجة لدى الطلبة . إلا أن القراءة ، أو السمع، أو حتى رؤية تعديلات فى التدريس تخلف المرء فحسب وهو أبعد من أن يتمكن من تنفيذ هذه الطرائق للتناول فى حجرة الدراسة . فإصلاح سلوك المرء يكون احتمال حدوثه أقل حتى من احتمال تعلمه للمفاهيم العلمية عندما يقتصر ما نفعله على أن نخبره بالأمر لاغير. فالمدرسون يحتاجون لأن تتاح لهم فرصة ممارسة مناهج جديدة للتدريس وان يقنعوا أنفسهم أن طرائق تناولهم الجديدة هى حقا أكثر فعالية مع الطلبة ، وذلك حتى يكونوا راغبين فى نبذ طرائقهم الروتينية التى ظلت راسخة طويلا.

أكثر ملمحين متفردين فى مشروع المعمل النموذجى للعلم هما تكوين بيئة آمنة لممارسة طرائق تناول جديدة للتدريس مع مواصلة تفحص فاعليتها ومنح الزمن الكافى للتحليل والتأمل . يكاد المدرسون ألا يجدوا أبدا الوقت للتفكير بهدوء ، أو الوقت للتعلم بعمق، أو الوقت لإثارة الفضول ، أو الوقت اللازم للتكامل . وإذا كان لنا فى مجتمع كوكبنا الذى يتغير سريعا، أن نتوقع لمدرسينا أن يحفزوا الطلبة لأن يصبحوا ممن يتعلمون طول حياتهم ، فإنه يلزم علينا إذن أن نوفر للمدرسين الفرصة لأن يغذّوا حياتهم العقلية هم أنفسهم . يحتاج المدرسون وقتا كافيا للتفكير بهدوء . وهم يحتاجون أيضا

لتشجيعهم على أن يكونوا مبدعين ، وأن يطبقوا الأفكار ، وأن يبتكروا طرائق تناول جديدة . وقد حدد أحد مدرسى العمل النموذجى هذا الأمر تحديدا واضحا إذ كتب بشأن أهمية وجود وقت للتأمل فقال:

أدت السنة التى أمضيتها كمقيم فى المعمل النموذجى للعلم فى رايس إلى أن أجبرتنى على أن ألقى نظرة ناقدة على الطريقة التى أدرّس بها ، والأهم من ذلك أن أحدد ما إذا كانت دروسى فعالة فى تحسين فهم الطلبة . اعطتنى هذه السنة الفرصة لتفحص معتقداتى عن أسلوب التدريس ، وأن أقارن طرائق التناول المختلفة لعرض المفاهيم على الطلبة ، وأن أسجل كلا من أوجه نجاحى وأوجه فشلى فى حجرة الفصل الدراسى . وأجبرنى تحريرى ليومياتى على أن أكون أمينا مع نفسى وأن أتساءل عن مدى مصداقية ما أفعله فى حجرة الدراسة .

وإنى لواثق من أنى لم أحس بعد بالتأثير الكامل لهذه السنة . وسيكون كل عام أدرّس فيه بعد ذلك محاولة لتكوين جو تعلم مثالى باستخدام الطرائق والأفكار التى استكشفناها فى المعمل النموذجى . لقد استثارنى هذا حقا وإنى لواثق من أن طلبتى أيضا سوف يستثارون . (ن.ك.)

يبدو هذا الحماس للتدريس الفعال فى تناقض قوى مع ما كان يحس به هذا المدرس القديم الذى أمضى واحدا وعشرين عاما فى التدريس قبل دخوله برنامجنا، فكان يحس عندها بموقف من استنفاد شعلة حماسه للعمل والإستعداد لاعتزاله . دعنا نلحظ كيف أن ما يقوله فيه ترديد لاعتقاد ن.ج. بأن التبصرات التى تُكتسب فى المعمل النموذجى هى مجرد بداية لرحلة جديدة مفعمة بالتحدى تتطلب التعلم المتواصل وإنشاء الإبتكارات فى

التدريس. وهذا الإيمان بمستقبل متنامى هو أحد الأسس لإعادة روح التفانى فى التدريس التى نجدها فى المساهمين فى المعمل النموذجى والتى تؤدى إلى هذا المعدل المذهل من الاستبقاء .

نجح تدخل المعمل النموذجى مع قدامى المدرسين ، كما يتبين من الاستشهادات السابقة . كما أنه أثر أيضا فى المدرسين الشبان مثلما تذكر إحداهن:

> جعلنى عملى كمدرسة مقيمة أدرك أن التدريس ليس مجرد اتخاذ مهنة ، ولكنه أيضا احتراف. تغير ما كنت أعتقده عن التدريس . وبعد أن كنت أعتقد ذات مرة أن أن التدريس عمل عادى فيه أجازة صيفية لشهرين مدفوعى الأجر ، أصبحت أعتقد الآن أن التدريس هو المهنة التأسيسية (لكل) المهن . فالمدرسون ينمّون المعرفة عند الممرضات ، والأطباء، والشرطة ، والمدربين ، ومديرى المنازل ، والمحامين، الخ. (أ. و.)

كانت الأهداف الرئيسية لهذه المدرّسة الذكية للصف الثالث تتجه بعيدا عن التعليم . وقد دخلت أساسا المعمل النموذجى بناء على الحاح ناظرها ، ولكنها تنامى لديها تدريجيا التزامها الخاص الشخصى بالمهنة .

دور الجامعة

للعلماء والعاملين بإدارة الجامعات دور قيادى خطير فى تأسيس برامج لها تأثيرها فى مدرسى العلم . وقد نشأ فى رايس مفهوم المعمل النموذجى مرتبطا بالرؤيا التى عبر عنها رئيسه السابق جورج روب والتى ترى أن الجامعة يجب أن تمتد بنفسها " وراء أسوار" الحرم الجامعى بأن تسهم فى المجتمع الأكبر فى هوستون ، خاصة فى مجال تعليم العلم . وقد

ظل إسهام رايس قويا حتى الآن . ووجود دعم على مستوى القمة من المؤسسة يستطيع أن يخلق التوقع بأن تدخّل الكليات فى التعليم العام بمرحلة (الحضانة – للصف ١٢) سيحظى بأن يكون موضع نظرة تحبيذ له ، وهذا فى مفارقة شديدة مع المدرك الشائع بأن تفاعل الكليات مع المدارس المحلية فيه تشتيت للانتباه يمكن أن يحدث معه منافسة خطيرة لإنتاجية المرء فى الأبحاث .

وصل دعم إدارة رايس إلى أن يتجاوز إقامة ما يرُجى من مؤسسات جديدة . فقد تضمن أيضا المشاركة الشخصية فى التماس وسائل تمويل المشروعات التعليمية. وقامت القيادة فى القمة بدور الحافز الذى يشكل الظروف التى يستطيع فيها الأفراد المنشغلين بالتعليم العام سواء من الجامعة أو المجتمع أو المدارس أن ينضموا معا لمناقشة القضايا ، وإجراء عصف ذهنى للتوصل للحلول ، وطرح طرائق تناول متبكرة .

نحن لا نستطيع بعد تحمل الادعاء باننا بمجرد ان نقدم للمدرسين مقررات إضافية عن العلم فى الجامعة سوف نمكنهم من استثارة عقول الصغار . وقد نال بعض المدرسين إعدادا علميا واسع المدى إلا أنهم أخذوا مع ذلك يسجلون مشاعر عاطفية مثلما سجلته هذه المدرسة :

> قبل أن أدخل البرنامج كان لدى خبرة فى أبحاث الكيمياء الحيوية والوراثيات، ومعالجة بيانات الفيزياء الأرضية ، ودرجة ما جستير فى التعليم ، ولكن هذه الخلفية لم تُترجم إلى تدريس فعال . درّست بالطريقة التى تعلمت بها وعملت وفق نظام تعليمى تقليدى يركز على منهج دراسى بالغ التحدد . ومع أنى لم أشعر بأنى عندما أعلم طلبتى أحدث فارقا مهما ، إلا أنى أيضا كان ينقصنى الأنموذج أو السبب القوى الذى يجعلنى أغير فلسفتى واستراتيجياتى . (ن. ج)

وقولها أنها "درّست بالطريقة التى تعلمت بها " قد يكون فيه ما يعلمنا أكثر تعليم. إننا نشكل فى كليات الجامعة بيئة تَعلّم العلم للمدرسين المتوقّعين لمرحلة (الحضانة - الصف ١٢) الذين سوف يستخدمون نموذجنا عندما يقودون الفصول الدراسية الخاصة بهم . ولو أننا اعطينا أساسا محاضرات تقليدية وركزنا مقرراتنا على مجموعة من المفاهيم الراسخة وعلى خلاصة وافية مؤسسة على الحقائق ، حتى يُخفظ هذا كله عن ظهر قلب ، لو فعلنا ذلك كيف يمكن لنا إذن أن نتوقع أن يشعل المدرسون شرارة الفضول والتساؤل عند صغار الطلبة ؟ بل وأكثر خطورة من ذلك هو ما إذا كان المدرسون سيتركون الجامعة وهم يمتلكون أى خبرة فى إدراك معنى للمعلومات ، وتركيب المفاهيم فى تفسير ما ، أو تجميع المعلومات معا فى تفهم شخصى لها - أى الخبرة بكل عناصر البحث العلمى - فيكونون بالتالى قادرين على إرشاد الطلبة لنفس المهارات العقلية. تبين ليليان ماك ديرموت بوضوح ما يوجد من تناقض بين الفيزياء النظرية التى تدرس فى الكلية والتطبيق الملموس لمفاهيم الفيزياء التى يحتاج طلبة المدارس الثانوية إلى فهمه (ماك ديرموت ١٩٩٦)[٢] . إننا نطلب من المدرسين أداء تغيير للمعتقدات قد يجد الكثيرون منا أنه أمر صعب حتى مع فهمنا الأعمق لهذه المفاهيم . فنحن نتوقع من المدرسين أن يدرّسوا بأسلوب فيه مشاركة أكثر، وأن يتضمن ذلك تكامل الأفكار ، وتحويل النظرية إلى تطبيقات ملموسة ، بالإضافة أيضا إلى ما هو ضرورى من الاحتياجات المدرسية العديدة الأخرى. وتسأل إليانور داكويرث بجامعة هارفارد ، " هل يمكن لنا أن نتوقع من مدرسينا أن يدرّسوا بطريقة لم يتعلموا بها قط ؟" (داكويرث ١٩٨٧) . ينحو المدرسون إلى تدريس العلم بالطريقة التى يرونها كنموذج لهم فى فصول دراسية عديدة بدلا من الطريقة التى يرونها فى فصل دراسى واحد عن مناهج العلم وهم فى وزارة التعليم.

المستقبل

نحن نؤمن بأنه لو ضُبط اتجاه المزيد من البرامج الجامعية نحو الحاجات الحقيقية للمدرسين ، لما واجهت الأمة أزمة فى تعليم العلم والرياضة . برهن المدرسون على أنهم يرغبون ، بل وفى الحقيقة يتلهفون على القيام بأى مما هو ضرورى حتى يصبحوا بأفضل حال ممكن . على أنه كثيرا جدا ما يحدث أنهم يغادرون الجامعة وهم تنقصهم المعرفة والأدوات اللازمة لهم . وإذا أخذت الجامعات تدرك على نحو أفضل التحديات التى يواجهها المدرسون ، فربما يؤدى ذلك إلى أن يتخرج المدرسون وهم أفضل إعدادا لتدريس العلم بحماس وفعالية .

سيتطلب هذا المشروع الجهود المشتركة للجامعة ، والإداريين ، والعلماء ، ورجال التعليم ، وقواد المجتمع ، وهيئة العاملين بالمنطقة المدرسية ، وذلك مع قوة الدفع الأولى التى توفرها قيادة الجامعات والعلماء فى كليتهم . هذا أمر يستحق أن نبذل فيه جهدنا . والأطفال الذين يوجدون الآن فى مدارسنا سيكونون الطلبة والخريجين فى جامعاتنا فى المستقبل القريب جدا . على أن الأهم من ذلك ، أن هؤلاء الأطفال هم مستقبل أمتنا.(٣)

الهوامش

١) أذاع "مشروع الجامعة الخاصة " سلسلة من تسع مؤتمرات عن بعد إبتداء من ١٣ أكتوبر ، ١٩٩٤ حتى ١٥ ديسمبر ، ١٩٩٤ عن طريق مركز هارفارد – سميثسونيان للفيزياء الفلكية ، ٦٠ شارع جاردن ، كمبردج ، ماساتشوستس ٠٢١٣٨ ؛ مجموعة وسائل الاعلام العلمية بقسم تعليم العلم. وهذه السلسلة متاحة الآن بصيغ أخرى من "دار أنينبرج/ CPB مجموعة الرضيات والعلم"

٢) ل. سى . ماك ديرموت ، "أبحاث تعليم الفيزياء : مفتاح تعليم الطلبة " ، محاضرة جائزة إيرستيد ، الجمعية الأمريكية لمدرسى الفيزياء (مؤتمر الشتاء ، ٢٠٠١) .

٣) يقدم المؤلفان شكرهما بامتنان للمدرسين المقيمين لسماحهم باستخدام مقتطفات من محافظ أوراقهم .

المراجع :

Cohen, D. K., M. W. Mclaughlin, and J. E. Talbert, eds. Teaching for Understanding: Challenges for Policy and Practice. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1993.

Duckworth, E. "The Having of Wonderful Ideas" and Other Essays on Teaching and Learning. New York: Teachers College Press, 1987.

Harcombe, E. S. Science Teaching/Science Learning: Constructivist Learning in Urban Classrooms. New York: Teachers College Press, 2001.

McDermott, L. C. Physics by Inquiry New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996.

Meier, D. The Power of Their Ideas: Lessonss for America from a Small School in Harlem. Boston: Beacon Press, 1995.

National Research Council. National Science Education Standards. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.

U.S. Department of Education, The National Commission on Mathematics and Science Teaching for the Twenty-first Century. Before It's Too Late: A Report to the Nation.

Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, 2000.

Watson, B., and R. Konicek. "Teaching for Conceptual Change: Confronting Children's Experience." Phi Delta Kappan 71 (1990) : 680-85.

Wiske, M. S., ed. Teaching for Understanding: LinkingResearch with Practice. San Francisco: Jossey - Bass Publishers, 1997.

المستحيل
يتطلب زمنا
أطول قليلا

دودلى هيرشباخ

كان لدى والدى مثل مفضل : " الأمر الصعب نفعله توا ، أما المستحيل فيتطلب زمنا أطول قليلاً " . راقت لى العبارة الثانية كصبى ، وهذا فيما أفترض بسبب غرابة مافيها من تضارب وجرسها البطولى . وأجد بعد مرور عقود من السنين أنها مازالت تروقنى على نحو أقوى . فقد تكرر المرة بعد الأخرى أن أرئ مبتكرين جسورين مثابرين ينجزون أمورا رائعة كانت تُعد "مستحيلة" . وليون ليدرمان مبتكر غير هياب من هذا النوع ، سواء كعالم أو كرجل تعليم . إنه ليسعدنى بوجه خاص أن أعرب عن إجلالى له ولجهوده فى دعم تعليم العلم ، الأمر الذى واصل النضال فيه بحمية ملهمة، وتفانى ، وسعادة .

تتناول هذه المقالة أساسا الملاحظات والمقترحات المتعلقة بتدريس العلم وتعلمه فى المدرسة الثانوية . وهى ملاحظات ومقترحات نبعت أساسا من الفرص التى أُتيحت لى للحديث مع الكثيرين من الطلبة والمدرسين فى المعارض العلمية والبرامج الصيفية للمدارس الثانوية ، كما نبعت من خبرتى أثناء تدريس الكيمياء للطلبة الجدد فى جامعة هارفارد خلال السنوات العشرين الماضية . على أنى سأروى أولا قصة نصر تعليمى " مستحيل" . والى جانب ما فى هذه القصة من رسالة واضحة بشأن الاستراتيجية التعليمية، فإنها تنقل ضمنا جوانب أساسية فى المشروع العلمى بما فى ذلك

القيمة العملية للبحث الذى يدفعه الفضول ، وما يوجد من قرابة بين العلم والانسانيات باعتبارها فنون عقلية.(*)

تجربة تعليمية رائعة

تشمل القصة ما يتعلق بألكسندر جراهام بل ، وهيلين كيلر ، ومدرّسة كيلر آنى سوليفان (بروس ١٩٩٠ ؛ ماك كاى ١٩٩٧). سجل بل براءة اختراع التليفون فى ١٨٧٦ وهو فى التاسعة والعشرين من عمره ، وكرس من بعدها سنين كثيرة لمتابعة اختراعات أخرى . كان بل يرى أن عمل حياته كلها هو تعليم الصم. فقد اصيبت أمه وزوجته بالصمم ، كما كان أبوه وجده مدرسان للتخاطب وطريقة الإلقاء . هاجرت عائلة بل من اسكتلندا بعد أن مات كلا شقيقيه الأكبر منه بمرض السل ، واستقرت العائلة قرب تورنتو. أخذ بل فى ١٨٧١ يدرّس للصم فى بوسطن وأسس هناك فى السنة التالية مدرسة خاصة به . وكان ما أدى إلى اختراعه للتليفون هو محاولته إنشاء جهاز يساعد طلبته الصم فى التمييز بين حرفى (P) و (b) . وكما يؤكد مؤرخو سيرته ، فقد اكتمل وجود كل التكنولوجيات اللازمة لإنتاج التليفون بحلول ١٨٧٢، وكان هناك العديد من الكهربائيين ذوى الخبرة يعملون فى محاولة إنشاء أجهزة من هذا النوع . وكان بل يحب أن يردد القول بأنه لو كان يفهم المزيد من الكهرباء والأقل من ميكانيكا الكلام البشرى لما وصل إلى تصور مبادئ التليفون .

أصيبت هيلين كيلر بالصمم والعمى بسبب مرض حل بها فى شهرها التاسع عشر ، وكانت فى السادسة من عمرها عندما احضرها والداها إلى بل ليسألاه رأيه عما إذا كان يمكن تعليمها . نظم بل الترتيبات لأن تصبح آن

(*) فنون عقلية liberal arts : يقصد بها الدراسات الموجهة لتنمية العقل لذاته وليست دراسات مهنية وتقنية، مثال ذلك اللغات والفلسفة والتاريخ ... الخ .

سوليفان مدرسة لهيلين. كانت آنى فى العشرين من عمرها ، ومازالت تعـانى من تأثيرات الرمد الحبيبى الذى أعماها مؤقتـا لشـهور معـدودة ، (ثـم جعلهـا دائمة العمى فى شيخوختها) . لم يكن لـدى آنـى خـبرة بـالتدريس ولا الكثـير لتسترشد به فيما عدا حسن إدراكها وحساسيتها البالغـة (لاش١٩٩٧) . علـى أنه حدث بعد شهر واحـد فقـط مـن انضمامهـا لهيلـين فـى مـنزل والديهـا فـى توسكومبيا بولاية ألاباما فى مارس ١٨٨٧ ، أن تـأتت اللحظـة الرائعـة التـى اكتشفت فيها هيلين أن هناك أسماء للأشياء ، وذلك عندما أمسكت آنـى بيدهـا فى تيار مـن المـاء . وفـى خـلال ثلاثـة شـهور كـانت هيلـين تكتـب خطابـات موجزة . وفى خلال ثلاث سنوات أصبحـت تتحكـم تحكمـا مذهـلا فـى اللغـة الانجليزية التعبيرية .



هيلين كيلر وآنى سوليفان وجراهام بل ، يوليو ١٨٩٤ ، وكانت هيلين وقتها فى الرابعة عشر من عمرها ، وآنى فى الثامنة والعشرين ، وبل فى السابعة والأربعين، هيلين تقرأ شفاه آنى بيدها اليسرى ، بينما تستخدم يدها اليمنى فى التواصل مع بل.

الصورة من قسم المطبوعات والصور الفوتوغرافية بمكتبة الكونجرس ، مجموعة جلبرت هـ.جروفنر للصور الفوتوغرافية لعائلة ألكسندر ججراهام بل . نسخة رقم LC.G9-1--137,816-AJ.

لقى هذا ، هو وما تلاه فى حياة هيلين ، الترحيب كمعجزة لا أقل. على أن بل كان له وجهة نظر مختلفة . ظل بل يساعد ويدعم هيلين وآنى

بطرائق كثيرة ، خاصة فى السنوات الأولى ، ثم واصل ذلك لعقود بعدها . أهدت هيلين إليه أول كتاب عن سيرتها الذاتية . وكتبت آنى عن كيف أن الحصول على نصاحه كان فيه "ميزة هائلة"، وعن امتنانها "لطريقته اللبقة فى أن يجعل الناس يسعدون بأنفسهم" . أصر بل على أن سيطرة هيلين على اللغة الانجليزية التعبيرية " ليست حالة من اكتساب شئ فوق الطبيعى (وإنما)... هى مسألة تعليم ، ... تجربة رائعة " أنجزتها آنى (بروس ١٩٩٠). واستنتج أن المفتاح هو أن آنى "ظلت تتهجى باستمرار الانجليزية التعبيرية الطبيعية فى يدى هيلين دون أن تتوقف لتشرح ما هو غير مألوف من الكلمات والتركيبات ، كما شجعت هيلين على قراءة الكتاب بعد الآخر بطريقة برايل... مع اعتمادها بطريقة مماثلة على أن يؤدى السياق إلى شرح ما يجدّ من لغة " . وأكد بل على أن هذا يكافئ الطريقة التى يتعلم بها الطفل الذى يسمع ويرى . ويؤكد توصيف آنى نفسها لطريقة تدريسها على أنها كانت عن عمد " لاتشرح أبدا أى شئ ، إلا إذا ألقت هيلين أحد الأسئلة" . وبالتالى ، فإن آنى ساعدت هيلين على أن تكتشف وتمارس بنشاط قدرتها على إدراك السياق ومفاتيح الألغاز وأن تتعلم بنفسها .

العلم كوسيلة لفك شفرة لغة الطبيعة

أسلوب التدريس الصامت لآنى سوليفان يوجد متأصلا فى أبحاث الجبهة الأمامية للعلم . فالطبيعة مدرس صامت ، يحدثنا بغزارة ، ولكن ذلك بألسن أعجمية كثيرة . ولا تطرح الطبيعة أى تفسيرات ؛ فيعتمد الأمر علينا فى أن نسأل أسلة لسبر الأعماق ولتوليد فهمنا الخاص بنا . ونحن نحاول فى أبحاث الجبهة الأمامية أن نكتشف أو نضيف إلى معرفتنا للمفردات والنحو الموجودين فى بعض حوار غريب. ونحن حسب مدى ما نتوصل له من نجاح، نكتسب القدرة على فك شفرة رسائل كثيرة تتركها لنا الطبيعة ، ويكون ذلك فى سعادة أو فى خفر . ومهما كان ما قد نكرسه من الكثير من الجهد البشرى والنقود لحل مشكلة عملية فى العلم أو التكنولوجيا ، سيكون فشلنا محتما إذا لم نستطيع قراءة الإجابات التى تود الطبيعة أن تعطيها لنا . وهذا هو السبب فى أن البحث الأساسى المدفوع بالفضول هو استثمار ضرورى وعملى ، والسبب فى أن أهم نتاج له هو الافكار والتفهم (هيرشباخ ١٩٩٦) .

نُولد كلنا ونحن عميان وصم ، بالنسبة للكثير من لغة الطبيعة، ويتطلب الأمر المثابرة على التلمس والتخمين لنتعلم بعض شئ عنها . وأنا أحب أن أؤكد على ذلك فى دروسى . فأسأل عن عدد الطلبة الذين درسوا من قبل إحدى اللغات الأجنبية ، وأوصيهم بأن يتناولوا العلم بالطريقة نفسها فهو : "ما ان تجعله داخل أذنك حتى يصبح أسهل وأسهل ؛ وإلا فسيكون أصعب وأصعب ! " بينت الاحصاءات الفعلية عن الكتب المدرسية التى تمهد للعلم بالمدارس الثانوية أو الكلية ، أن عدد الكلمات الجديدة أو الكلمات العادية التى تستخدم بمعانى خاصة يفوق المفردات فى مقرر نمطى لدراسة لغة لسنة واحدة . وبالمثل ، فإن تنظيم المفاهيم المتشابكة الذى نلقاه فى مقرر علمى تكون له وظيفة تشبه كثيرا قواعد النحو . وأنا فى مقررى لكيمياء الطلبة الجدد، أبين لهم أن ثلاثى موضوعاتنا الرئيسية له بعض مشابهة بالمنهج الدراسى لهارفارد فى القرنين السابع عشر والثامن عشر ، وكان أساسا دراسة اللاتينيه ، والاغريقية ، والعبرية. يوجد فى الديناميكا الحرارية شمول للمدى ودقة صارمة بما يشبه اللاتينية ؛ أما نظرية الكم التى فى الأساس من البنية الالكترونية والجزيئية فإنها بما فيها من أناقة وخاصية شاعرية تشبه الإغريقية ؛ ثم هناك علم الحركة الكيميائية بما فيه من أسلوب براَجمانى مباشر بحيث يشبه العبرية .

العلم بين الفنون العقلية

أن يحدث المستحيل فتتمكن هيلين كيلر من اللغة ، فإن هذا يعطى المثل ، بأسلوب يفرض نفسه ، عن أرفع هدف لتعليم الفنون العقلية : وهو غرس " عادة التساؤل والتفكير النابعين ذاتيا" ، وتفحّص الأدلة تفحصا نشطا والتوصل إلى حلول للمعميات . وهذا هو أيضا جوهر التعلم الأصيل للعلم . وهذا يتفق مع تعريف أثير يمكن تطبيقه على نحو متساو على العلم وعلى الانسانيات ، وهو أن " التعليم هو ما يتبقى لدى المرء بعد أن ينسى كل مادرسه" . ويعيّن هذا هدفنا بأنه سيكون الفهم بدلا من التدريب بالطقوس ؛

والمنظور الثقافى والتفكير بالاعتماد على الذات بدلا من المعرفة التقليدية . والجوانب "التى تبقى" من العلم والرياضيات تطرح أشياء كثيرة تعلو على أى تفاصيل تكنيكية . وبالنلسبة للمبتدئين من كل من العلماء والطلبة الذين يتجه مصيرهم لمستقبل مهنى آخر ، ينبغى أن يؤكد المدرسون على ما يوجد من مغامرة بشرية فى الاستكشاف العقلى ، مفعمة بأوجه ضعف فى السلوك وبأوجه للفشل، إلا أنها فى النهاية تتوصل إلى تبصرات رائعة . ولا تقتصر أهمية ذلك على أن يكون مجرد تابل يضاف إلى أطباق طعام شهية من المحاضرات ، ومسائل الواجبات المنزلية ، وتجارب المعمل وإنما هو يربى وجهات للنظر تماثل ما فى الفنون العقلية.

صدر نداء حار للعمل على حرث أرض مشتركة بين العلم والفنون العقلية ، نادت به ايزيدور رابى إحدى رعاة ليون ليدرمان ، وذلك فى محاضرة استمعت لها فى ١٩٥٥ وأنا طالب جامعى مبتدئ:

> فى رأى أن قيمة العلم أو الإنسانيات لا تقتصر على أن تكمن فى مادة الموضوع وحدها ، ولا حتى فى جزء كبير منها. وإنما هى تكمن أساسا فى الروح والتراث الحى اللذين تتتابع فيهما هذه الفروع المختلفة من المعرفة ... مشكلتنا هى أن نمزج بين هذين التراثين ... وأكبر عقبة تقف لنا فى طريقنا هى التواصل . فالناس غير العلميين لا يستطيعون الانصات للعلماء باستمتاع وفهم .
>
> ليس لنا أن نأمل فى التوصل إلى الحكمة الملائمة لعصرنا وجيلنا إلا بدمج العلم والانسانيات . لابد وأن يتعلم العلماء تدريس العلم بروح الحكمة وفى ضوء تاريخ الفكر البشرى والجهد البشرى بدلا من أن يكون ذلك فى صورة جغرافيا لكون غير ماهول بالبشر.

ناقشت رابى بعدها هذه الاهتمامات مع سى. بى سنو(ريجدين ١٩٨٧) ، الذى طورها لمدى أبعد فى كتابه "الثقافتان "

اتبعتُ طريقة حرة لتناول العلم فى مقررى للطلبة الجدد (هيرشباخ ، "تدريس الكيمياء" ١٩٩٦) حتى أبرز " ما سيتبقى " . لم يكن هذا استجابة فحسب لنداء رابى ، وإنما لأنى أيضا أحسست بأن الهدف الرئيسى ينبغى أن يكون جذب الطلبة إلى التوصل لتملك الأفكار العلمية . ويتم تشجيع ذلك بأن يكون تقديم العلم لهم بأسلوب أكثر انسانية . لجأت بطريقة نمطية إلى التمهيد لكل موضوع رئيسى بقصة ، يكون لها عادة صفة قصص الأمثال . وتعالج الكثير من قصص الأمثال هذه أحداثا تاريخية أو كشوفات الأبحاث الحالية ؛ وبعضها خيالى صمم ليستغرق السامع فى متعة فكهة بينما تُوصل إليه رسالة جافة . وكثيرا ما تؤكد القصص على دور القياس بالمثل ودور التخمين أو تبين كيف ينتشر الكثير من الأخطاء وأوجه الفشل فى العلم ولكنها قد تقود إلى التقدم إذا كان " الخطأ بطريقة شيقة " . وقصة الأمثال تضع إزاء الطلبة عادة أسئلة ليحلونها .

وكمثل ، عندما نناقش قوانين الغازات ، أطلب من الطلبة النظر فى أمر مهمة خيالية ربما تكون مما يُطلب من هرقل (هيرشباخ ١٩٩٩). ماذا لو أن هذا البطل الجبار ، بعد أن أنجز مهامه الشاقة الأسطورية الاثنتى عشرة(*)، طلب منه أن يزن جو الأرض ؟ ويكتشف الطلبة أن تقدير ذلك يحتاج فقط لفكرتين اثنتين أوليتين ، ويؤثر فيهم مقدار النتيجة الضخمة (ستة بلايين ميجا طن(*)) . ثم نناقش المغزى . لو أن هرقل فشل فى مهمته هذه "الثالثة عشرة " سوف يثبت ذلك أنه حتى عند وجود قوة وشجاعة تفوق

(*) هرقل بطل فى الأساطير الإغريقيه تحتم عليه تنفيذ مهام شاقة. (المترجم)

(*) الميجاطن مليون طن. (المترجم)

مالدى البشر فإنهما لايمكن أن تكون لهما الغلبة إذا كان ما نحتاجه هو مفهوم عقلى. أليس فى درس كهذا إدخال تحسين على الدرس الذى توصله لنا الأسطورة القديمة ؟

ما الذى يجعل "المستحيل" ممكنا

يتمتع العلم بميزة هائلة وهى أن : الهدف "ينتظر بصبر أن يُكتشف" - ولك أن تسمى هذا الهدف بانه الحقيقة أو الفهم . وإذن ، فإن الموهبة البشرية العادية ، مع تواصل الجهد والحرية فى متابعة الأمر ، تستطيع أن تنجز أوجه تقدم رائعة . إلا أن هناك مشاريعا تتصف بأنها أكثر إرعابا من ذلك إلى حد بعيد جدا مثل مشروعات الأعمال أو المشروعات السياسية ؛ فالأهداف هنا قد تتحول فى لمح البصر إلى صور متقلبة ، وهكذا كثيرا ما يثبت أن حركة كانت تثير الإعجاب تؤدى إلى الفشل بدلا من الانتصار لأنها نُفذت فى وقت مبكر قليلا أو متأخر قليلا عما ينبغى . والصبر فيما يتعلق بالحقائق العلمية له نتيجة مهمة أخرى . ففى أحيان عديدة يحدث ألا ينجح ما قد يبدو أولا وكأنه طريقه التناول الأكثر وعدا ؛ ذلك أن هناك حواجزا غير متوقعة تسد الطريق . وعندها تكون هناك ضرورة حيوية لأن يظهر بعض الخوارج من العلماء ممن لديهم الرغبة فى استكشاف مسالك غير تقليدية ، ربما تكون مسالك تشرد بعيدا عن الطريق الذى اتُفق على أنه المحبذ . بل إننا نجد فى العلم انه من غير المرغوب فيه ، ان يكون المرء مصيبا فى كل خطوة ، فهذا أمر تقل كثيرا ضرورته أو إمكانه . والعلماء فى الجبهة الأمامية يتجهون أكثر الوقت فى الاتجاه الخطأ ، وهم يبحثون متفاعلين عن وجهات نظر جديدة .

العلم كما نلقاه فى المقررات النمطية للمدرسة الثانوية أو المقررات التمهيدية فى الكليات يختلف اختلافا مذهلا عن هذه الخاصية المغامرة فى الأبحاث كما يختلف أيضا مع روح العلم الحر. وكثيرا جدا ما يتم لقاء الطلبة

بهذه المقررات وهى فى شكل جسد مجمد من الدوجما . فتبدو الأسئلة والمشاكل وكأن لها إجابة صحيحة واحدة، يجب العثور عليها ببعض إجراء طقوسى . وإذا لم يستوعب الطالب بسهولة الطريقة التى تُعد الطريقة "الصحيحة" ، أو إذا وجد أنها مما لا يناسبه ، فإن من الأرجح أنه سيعد من الغرباء . فليس هناك فيما يبدو إلا مجال صغير جدا للممارسات الإبداعية الشخصية.

إن هذا لهو أبعد ما يمكن عما تكون عليه بالفعل أبحاث الجبهة الأمامية . فأول كل شئ أن "لا أحد" يعرف الإجابة الصحيحة، بل وكثيرا ما نجد حتى أن لا أحد يعرف السؤال الصحيح أو طريقة التناول الصحيحة . وبالتالى يكون علينا التركيز على ان نُلقى سؤالا مهما أو أن نصيغ ما هو مألوف فى ضوء جديد . وأنا أشرح هذا فى مقررى لكيمياء الطلبة الجدد وأطلب منهم كتابة قصائد عن المفاهيم الرئيسية ، لأن هذا يشبه أداء العلم الحقيقى بدرجة أكبر كثيرا من التمارين المعتادة الموجودة فى الكتب المدرسية. كما أنى أعرض لهم ايضا بعض قصائد قليلة قلة معدودة تتعلق بالعلم ، وكثيرا ما تكون علاقتها بالعلم عن غير قصد . وكمثل ، هاك رباعية لجان سكاسيل ، الشاعر التشيكى (كونديرا ١٩٦٦) :

الشعراء لا يخترعون القصائد ؛
فالشعر كامن وراء فى مكان ما ؛
وقد ظل هناك زمنا طويلا ، طويلا.
والشاعر يكتشفه لاغير .

التنظيم الاجتماعى للعلم له أيضا دور رئيسى فى رعاية الإنجازات "المستحيلة" . وهناك حالة تقنعنا بذلك بوجه خاص ذكرها مايكل بوليانى فى مقاله الكلاسيكى "جمهورية العلم" (بوليانى ١٩٦٢). وهو يبين المفارقة بين المنظومات التراتبية المعتادة فى الأمور العملية مع الحرية غير المنظمة فى

العلم . ونجد فى النظم التراتبية أن وحداتها توجهها سلسلة من الموظفين الذين يكتبون التقارير عن السلسلة ويخصصون المهام . وتجرى أمور العلم بطريقة مختلفة جدا وبكفاءة أكثر كثيرا . فكل وحداته مستقلة بأمورها، وحرة فى أن تتبع ما يفيدها . ومع ذلك فإن هذه الوحدات المستقلة يحدث بينها تنسيق بواسطة "يد خفية" ، ذلك أن كل وحدة منها لديها الفرصة لأن تلاحظ وتطبق النتائج التى تتوصل لها الوحدات الأخرى . ويؤدى هذا إلى خلق مجتمع من العلماء يزيد من حجم المبادرات الفردية .

نجد مرة أخرى أن هناك مفارقة تثير السخرية بين هذا التعاون المتأصل وبين التنافس المصطنع بين الطلبة الذى يُفرض عليهم فى المقررات النمطية . وأنا أستخدم بدلا من ذلك مقياس ترتيب مطلق ، بحيث يتنافس الطلبة إزاء مقياسى وليس أحدهم إزاء الآخر . وبالتالى ، فإن الطلبة يُشجَّعون على أن يساعد أحدهم الآخر فى مجموعات دراسية وأيضا فى بعض أبحاث يتم أداؤها فى جماعات من فرق . وتُجرى مناقشات بالفصل حيث يتشاور معا مجموعات من ثلاثة أو أربعة طلبة قبل أن يطرحوا أو يصادقوا على حل لإحدى المشاكل ، ويثبت فى العادة أن هذا أسلوب ناجح فى التدريس وفيه متعة بحيوية. وبالإضافة ، يثبت فى النهاية أن هذا الأسلوب يشجع الطلبة على صياغة التخمينات والدفاع عنها . وهذا أمر أساسى فى العلم ، وإن كان فى الواقع مما تكبته الطقوس الأكاديمية المعتادة . وأنا أحب أن أقول لفصولى: " بعد أن تمر سنوات ليست كثيرة من وقتنا هذا، سيُعد أغلبكم خبراء فى شئ ما . وعندها ستجدون أنه كثيرا ما يأتى إليكم العملاء ليسألونكم الرأى ، وليس سبب ذلك هو ما تعرفونه ، وإنما السبب هو أنهم يعتقدون أنكم كخبراء تستطيعون التخمين على نحو أفضل منهم ".

تفويض سلطة المدرسين للطلبة

يطلب من المؤسسة القومية للعلم أن تنفذ على فترات من بضع سنوات مسحا يقارن بين أداء طلبة الولايات المتحدة فى العلم والرياضيات

وأداء طلبة الدول الأخرى. أظهرت النتائج على نحو متكرر فى أكثر من عقدين من السنوات أن فيها نمطا مفزعا : فنجد أن أداء طلبة الصف الرابع بالولايات المتحدة أعلى بما له قدره عن المتوسط العالمى ، وأن أداء طلبة الصف الثامن يكون فى مستوى يقارب المتوسط ، إلا أن أداء طلبة الصف الثانى عشر أقل كثيرا من المتوسط . وأحد العوامل الرئيسية التى تسهم فى ذلك هى النقص الذى يثير الكثير من الأسى فى عدد المؤهلين من مدرسى العلم والرياضة فى المدارس الثانوية (جريجوريان ٢٠٠١). بُذلت جهود كثيرة لتوفير مدرسى العلوم ودعم تدريبهم . ومن بين هذه الجهود البرنامج الممتاز المسمى " التدريس لأمريكا" (شابيرو ١٩٩٣) الذى أنطلق فى ١٩٨٨ بواسطة ويندى كوب عندما كانت طالبة جامعية فى برينستون ، وهناك أيضا أكاديمية للمدرسين رائعة النجاح فى شيكاغو (ليدرمان ١٩٩٨ ؛ سباركز وهيرش١٩٩٧) ، يشارك ليون ليدرمان فى رئاستها . ومع ذلك نجد على نطاق الأمة أن المشكلة مازالت مروعة .

أعتقد أننا لن نستطيع أن نوفر حشدا كافيا من مدرسى العلم فى المستقبل المنظور . على أنى مقتنع بأن هذه الثغرة يمكن التغلب عليها بما له قدره بأن نفوض للطلبة الأكفاء سلطة التدريس بمدى أكبر كثيرا مما يحدث الآن . واقتناعى هذا له مصدران واضحان : المعارض العلمية الحديثة وتأملاتى فى ايام دراستى أنا نفسى فى المدرسة الثانوية .

منذ أكثر من عشر سنوات مضت ضمنى جلين سيبورج لهيئة إدارة مؤسسة صغيرة لا تهدف للربح ، تُسمى " خدمة العلم" ، وذلك فى واشنطن العاصمة . وبالاضافة إلى نشر مجلة أسبوعية هى ' أخبار العلم ' ، وتُكتب لغير المتخصصين ، فإن المؤسسة كانت الراعى الأول للمعارض العلمية فى المدارس الثانوية . وقد ظلت لستين عاما تقود "أبحاث الموهبين علميا" التى كانت ترعاها اصلا شركة "وستنجهاوس" وترعاها مؤخرا شركة "إنتيل" .

ظلت المؤسسة لمدة مماثلة تقريبا تدير شئون المعرض الدولى للعلم والهندسة الذى ترعاه الآن شركة انتيل أيضا . وكان هذا المعرض يجلب معا أكثر من ١٢٠٠ طالب من خمسين قطر (بينهم ٩٥ فى المائة من الولايات المتحدة) ، وهم من فازوا فى المئات من المعارض المحلية ومعارض الولايات والمناطق التى يشارك فيها ما يقرب من مليون طالب آخر . ويساهم بسعادة فى البنية التحتية لهذه المعارض حشد من المتطوعين البالغين ، بينهم الكثير من الوالدين والمدرسين والعلماء ، بما فى ذلك ليون ليدرمان .

يُعد من يصلون إلى نهائيات "أبحاث الموهوبين علميا" و"المعرض الدولى للعلم والهندسة" سفراء ممتازون للعلم . وقد نفذ الكثيرون منهم مشروعات ذات أصالة وتثير الاعجاب ، كثيرا ما كان ييسرها وجود فرص للأبحاث الصيفية أو روابط بمعامل الجامعة اسستها أبحاث "ويب" . كثيرا ما عبّر هؤلاء الطلبة دون أى تلقين عن أوجه قلقهم بشأن مقررات العلم فى المدرسة الثانوية ، فى مدارسهم هم وغيرها من المدارس . هناك قلة معدودة من طلبة أبحاث الموهوبين علميا والمعرض الدولى للعلم والهندسة التحقوا بهارفارد . وقد أصدروا منذ خمس سنوات مجلة اسمها "مجلة علم طلبة الجامعة" وذلك فى إصدارات متعاقبة تتألف من مقالات كانت قد قدمت أصلا فى مشروعات أبحاث الموهوبين علميا أو المعرض الدولى للعلم والهندسة. أرسلت هذه الإصدارات الخاصة إلى ١٠٠٠ مدرسة ثانوية، لتوضح للطلبة والمدرسين ما تكون عليه المشاريع الجيدة . وإذ أدرك المحررون أن هناك حاجة للشرح ، فقد زودوا كل مقال فى هذه الإصدارات بملحق فيه دليل مسهب يشرح المفردات المتعلقة بالموضوع ، وخلفيته ، ومفاهيمه بطريقة متاحة للطلبة والمدرسين النمطيين فى المدرسة الثانوية . وهذا الجهد الذى بادر به الطلبة بأكمله فيه ما يمكن أن يبشر . فوجود تمويل بسيط مع توفير روابط "ويب" ربما يمكّن من خلق شبكة يستطيع طلبة العلوم

عن طريقها أن يوفروا عونا له قدره لكل من الطلبة والمدرسين فى مدارسهم السابقة الثانوية.

المصدر الآخر لما لدى من اقتناع متفائل هو خبرتى الخاصة بى فى المدرسة الثانوية . كان ذلك منذ خمسين سنة فى منطقة ريفية؛ ولم يكن ثمة كثرة من الطلبة الذين يتوقعون الالتحاق بالكليات . وكان يجرى تدريس معظم مقررات العلم والرياضة بواسطة مدربين حاليين أو سابقين للألعاب الرياضية، وهذا حال مازال يوجد كثيرا حتى الآن (روجرز ٢٠٠١) . كان أول درس لى فى أول يوم بالمدرسة الثانوية درسا فى الجبر . بدأ المدرس بقوله ، " أنا لا أعرف الكثير فى الجبر!" وفى خلال أسبوع أو مايقرب ، كان هناك حقا عدة تلاميذ يتقدمون كثيرا على هذا المدرس. لم تكن هذه مشكلة بالنسبه له ؛ فهو كضابط سابق فى الجيش يرى أن عمله هو أن يتأكد من أن أفراد القوات يبلغون المستوى القياسى . فكان يجعل الصبية الأكفاء يشرحون الدروس للآخرين وله هو أيضا . وكانت النتيجة أن يدور نقاش ينساب حرا، حيث ليس هناك كبت لأى فرد فى أن يلقى أسئلته. وحدث ما يماثل ذلك كثيرا فى مقررات أخرى . كان لدينا مدرس للكيمياء متمكن من مادته على نحو يثير الاعجاب، ولكنه أيضا كان يضع مسئولية كبيرة على عاتق الطلبة الأكثر كفاءة حتى يقودوا الفصل. وعلى الرغم من أننا لم تكن لدينا الفرصة للإسهام فى المعارض العلمية ، فقد تحدانا مدرسونا حتى نصبح شركاء أصليين فى المشروع التعليمى . ويبدو أن القيمة فى مبدأ " الإستفادة من الضرورة " قيمة مازالت حتى الآن تفرض نفسها (ليدرمان ٢٠٠١).

هناك برهان رائع آخر لما يمكن أن يسهم به الطلبة الموهوبون فى المدارس الثانوية لدعم تعليم العلم ، وهو برهان نستقيه من مشروع آخر لليدرمان . هناك خمسة عشر طالب من أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم أخذوا على عاتقهم مهمة كتابة سيرة العلماء الأمريكيين المبرزين . أختار كل

مؤلف من الشباب عالِما يؤثره ليدرسه ويجرى لقـاء معـه ، وكتـب كـل منهم سردا حيا لحياة العالم وأبحاثه ، موجه لطلبة المـدارس الاعدادية والثانويـة . وكانت نتيجة ذلك كتابا رائعا (ليدرمـان وشـيبلر ٢٠٠١) فيـه تصويـر لهؤلاء العلمـاء والملهمين ، بصـور تشـغل الفكـر مرتيـن كـتراث مـن الجـذور ومـن الأجنحة المحلقة يتلقاها جيل جديد وهو مفعم بالتبصر .

مباركة من نوبل

شارك ليون ليدرمان فى احتفالات جائزة نوبل بالعيد المئوى لها التـى جرت فى ديسمبر ٢٠٠١ باستوكهولم ، وذلك بصفته عضوا فى هيئة لمناقشة التحديات التى يلوح طيفهـا فـى القرن القـادم . وبينمـا أخـذت أشـهد ليدرمـان وغيره من الفائزين بنوبل يقرون بالمسائل "المستحيلة" التى سـتواجهنا وكذلـك أيضا بالفرص الجديدة لأن يكون العلم فـى خدمـة البشـرية ، فقد حثنـى ذلـك على أن أتأمل فى أحد جوانب هذه الجوائز ، جانب نادرا ما لحظه أحد .



ميدالية نوبل : الوجه العكسى لميدالية نوبل للفيزياء أو الكيمياء ، ويصـور سينتا "العلم" وهى تحدق فى وجه مدرّستها ناتورا "الطبيعة".

كثيرا ما تُعرض صور لميدالية نوبل الذهبية ، ولكن ذلك يكون عادة لجانب واحد منها هو الجانب الذى يصور بروفيل ألفريد نوبل . على أن جانب الميدالية الآخر يستحق الانتباه إليه لأنه يهدف إلى أن يوصل لنا أهمية الجوائز (لاجاركفست ٢٠٠١) . صممت كل ميداليات الفيزياء أو الكيمياء أو الفيزبولوجيا أو الطب ، وكذلك الأدب بواسطة الفنان السويدى إريك ليندبرج فى ١٩٠٢ . يحمل الوجه العكسى لكل من هذه الميداليات الأربع بطول حافته العليا نقش باللاتينية هو : "Inventas vitam iuvat excoluisee per artes" ويمكن تقريب ذلك بالإنجليزية إلى " من الممتع أن يُجلب التهذيب للحياة من خلال ما "يكتشف من فنون". اتخذت مؤسسة نوبل هذه العبارة لجوائز العلم وكذلك أيضا لجائزة الأدب ، الأمر الذى يؤكد القرابة الثقافية بين العلم والانسانيات.[1]

وبالنسبة لميداليتى الفيزياء والكيمياء ، يصور الوجه العكسى امرأتين أنيقتين ترتديان عباءتين شفافتين ، وكلاهما تقبع بين سحب مكتلة ، وإحداهما تقف منتصبة والأخرى راكعة . والمرأة الواقفة تدعى " ناتورا" وتمسك فى يدها اليمنى قرنا للخصوبة الوافرة . والمرأة الراكعة "سينتا" ترتدى إكليل الغار وتمسك فى يدها اليسرى لفافة بردى . وهى تمد يدها اليمنى لترفع النقاب عن وجه "الطبيعة" وهى تنظر إليها نظرة مركّزة . ورمز رفع النقاب معروف فى الآثار الكلاسيكية ، ويمثل على نحو ملائم هدف البحث العلمى . وهو يتلاءم بما يماثل ذلك تماما مع تعليم العلم . وبالنسبة إلىّ فإن هذا يصل إلى ما يتجاوز الاستعارة المجازية . فشخصيتا ليندبرج الجادتان الجميلتان تتجسدان بالفعل فى شخصيتين خالدتين أخريتين : المدرس والطالب ، آنى سوليفان وهيلين كيلر .

هامش

(١) يقرر لاجركفست أن العبارة المنقوشة هى " تنقيح لعبارة لفرجيل (الانيادة، ٦:٦٦٣ "inventas aut qui vitam excoluere per artes" . والترجمة الانجليزية التى ذكرتها قد تكرم بتزويدى بها د.ريتشار ف. توماس ، أستاذ الإغريقية واللاتينية بجامعة هارفارد .
وقد بين لى أيضا أن الكلمة اللاتينية artes هى مصطلح واسع يمكن أن يشمل العلم والتكنولوجيا مثلما يشمل الفنون والحرف .

المراجع

Bruce, Robert V. Bell: Alexander Graham Bell and the Conquest of Solitude. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1990.

Gregorian, Vartan. "Teacher Education Must Become Colloges' Central Preoccupation". The Chronicle Review, The Chronicle of Higher Education (August 17, 2001), pp. B7-B8.

Herschbach, Dudley. "Imaginary Gardens with Real Toads." Annals of the New York Academy of Sciences 775 (1996): 11.

Herschbach, Dudley. "Teaching Chemistry as a Liberall Art. "Liberal Education 82 (1996): 1-9.

Herschbach, Dudley. "The Thirteenth Labor of Hercules." In The Thirteenth Labor: Improving Science Education, eds. E. J. Chaisson and TC. Kim, pp. 61-70. Amsterdam: Gordon and Breach Publishers, 1999.

Kundera, M. The Art of the Novel. New York: Grove Press, 1966, p. 99.

Lash, Joseph P. Helen and Teacher. New York: Addison-Wesley Publishers, 1997.

Lagerqvist, Lars O.Nobel Medals. Stockholm: The Royal Coin Cabinet, 2001, pp. 20-21.

Lederman, Leon. "Lessons Learned: The Teachers Academy for Mathematics and Science." Phi Delta Kappan (October 1998): 158.

_____ "Revolution in Science Education: Put Physics First!" Physics Today 54 (September 2001): 11-12.

Lederman, Leon M., and Judith A. Seheppler, eds. Portraits of Great American Scientists. Amherst, N.Y.: Prometheus Books, 2oo1.

Mackay, James Sounds Out of Silence. Edinburgh : Mainstream Publishing, 1997.

Polanyi, Michael. "The Republic of Science : Its Political and Economic Theory." Minerva 1 (1962): 54.

Rigden John S. Rabi, Scientist and Citizen. New York : Basic Books, 1987, pp. 256-57.

Rogers, T.K. "The View of Physics from High School." APS News 10 (August/September 2001):8.

Shapiro, Michael. Who Will Teach for America ? Washington, D.C.: Drew Fairchild, Inc., 1993.

Sparks, Dennis, and Stephanie Hirsh, The New Vision for Staff Development. Alexandria, Va.: Association for Supervision and Cirriculum Development, 1997, p. 49.

بيع الفيزياء
لمشترين
لايرغبون فيها(*)

الفيزياء كحقائق وخيال

لورنس م. كراوس

يمر الكثيرون من الفيزيائيين بالخبرة التالية . يقابل الواحد منهم بعض الأفراد فى حفل فيسألونه عن عمله ، فيخبرهم بأنه فيزيائى . وسرعان ما يغيرون موضوع الحديث . ولكنه لو سألهم إذا كان مما يثير اهتمامهم موضوعات كالثقوب السوداء، أو المسارات المنحرفة ، أو السفر فى الزمان، فإنهم عندها يحسون بالافتتان.

يظن معظم الناس أن ليس لديهم إلا أقل اهتمام بالفيزياء ، ولكنهم فى الوقت نفسه يهتمون بالغ الاهتمام بكثير من الأمور التى تعالجها الفيزياء. ويطرح هذا الانقسام الثنائى أن الفيزيائيين لم يحسنوا أداء مهمتهم من حيث إيجاد علاقة بين الفيزياء وغير الفيزيائيين وأن الطريقة الطبيعية لحفز الناس لأن يتعلموا شيئا فى مجال الفيزياء هى التأكيد على الصلة بين الفيزياء وبين ما فيه فائدة للناس أنفسهم.

اتيحت لى أحيانا الفرصة لأن أحاضر مدرسين عن التدريس، وعندما أفعل ذلك فإنى أوضح لهم عادة أن أكبر خطأ يمكن أن يرتكبه أى مدرس هو أن يفترض أن الطلبة يهتمون بما يكون عليه أن يقوله. وعلى المدرس بدلا

(*) مقال للورنس كراوس ظهر لأول مرة فى مجلة " فيزيكز ويرلد" (عالم الفيزياء) رقم ١١، ٧ (يوليو ١٩٩٨):١٣ - ١٤.

من ذلك أن يكون مستعدا لأن يقنعهم بأن يكونوا مهتمين بالأمر ، وأنه لا يمكنه أن يتوقع منهم أن يصلوا هم إليه . وبدلا من ذلك فإنه يجب أن يصل المُدرس إلى حيث يكونون هم . وأعتقد أن هذا المبدأ الأساسي ينطبق على مدى أوسع كثيرا من مجرد التدريس بحجرة الفصل ، ولكنه على أى حال ينطبق بكل تأكيد على تعليم الجماهير. فإثارة الحافز أهم كثيرا من الوضوح ، على الأقل فى بادئ الأمر .

ذكرت هذا كله كتمهيد للسبب فى أنى - وأنا أحب أن أظن نفسي فيزيائيا له احترامه على نحو معقول - أجد نفسي وقد أخذت أكتب وأحاضر عن فيزياء رواية "رحلة النجوم" (ستار تريك) . وعلى أى حال فإن "رحلة النجوم" هى رواية خيال علمى، الأمر الذى يكون على أن أذكّر به أفرادا كثيرين ممن يتمسكون فى محاضراتى باتخاذ المظهر الرسمى . عندما تُعرض هذه الرواية فإن العرض ليس فيه أى ادعاء بأنه يصف الواقع ، أو أى ادعاء بالحاجة إليه . وكما يقول جين رودينبرى مؤلف العرض الروائى فإن سفينة النجوم "انتربرايز" هى أساسا أداة نقل للدراما . والعلم يُلقى به فيها ويُلوى تعسفيا ليتلاءم مع حاجة الحبكة الروائية - وليس العكس بالعكس .

ومع ذلك فإن " رحلة النجوم " قد استحوذت على خيال الجماهير. وكمثل، عندما أقام متحف الهواء والفضاء فى واشنطن العاصمة عرضا "للانتربرايز"، كان ذلك أكثر العروض شعبية فى كل تاريخ المتحف - فكانت شعبيته أكثر كثيرا من شعبية أى سفينة فضاء حقيقية سافرت بالفعل فى الفضاء الخارجى !

وبدا لى أنه لا توجد طريقة لمحاولة الوصول إلى الناس أفضل من استخدام أيقونة من الثقافة الشعبية . وإذ أخذت أتأمل القضية ، أدركت أن الرواية المسلسلة تمس بطريقة أو أخرى مدى من ظواهر فيزيائية متنوعة . وبالإضافة ، فقد قررت أن أحد الأسباب فى أن المسلسل ظل بالغ الشعبية

هكذا بين جمهور المشاهدين عبر السنوات الثلاثين الماضية هو أنه يدور حول " أمور ممكنة " . أليس من المؤكد أن هذا هو السبب فى ممارسة معظم الفيزيائيين للفيزياء ؟ فهم على أى حال يريدون ببساطة أن يعرفوا ماهو الممكن فى الكون . وبالتالى ، فإن فكرة استخدام وضع "رحلة النجوم" كمعمل لاستكشاف فيزياء الكون الحقيقى أخذت تبدو طبيعية فى ذهنى بدرجة أكبر وأكبر .

قواعد إجرائية

لايعنى هذا أنى لم تساورنى الهواجس حول هذه المحاولة كلها. وحيث أنه لا حاجة بنا للقول بأن الكثير من روايات الخيال العلمى - بل والحقيقة أن جزءا كبيرا من رواية "رحلة النجوم" - يتضمن علميا ماهو هراء ، فهل يقلل من شأن عالم الفيزياء الحقيقى أن ينقب داخل هذه العوامل الخيالية؟ وبالإضافة ، ما هى أهمية فضح الزيف الموجود فى كون روائى ؟ بل وكيف سينظر زملائى حقيقة إلى هذه المحاولة، وكيف ، سيتفاعل المعجبون برواية "رحلة النجوم " مع ما أفعله ؟

قررت بهذا الشأن فى وقت مبكر أنه لابد من وجود قواعد إجرائية عديدة حتى لا ترتد هذه المحاولة لتصبح إما اعتذارا عن حماقات مؤلفى "رحلة النجوم " ، وإما تنظيفا للأدران بنقد لاذع لن يهم أحدا . أول كل شئ ، مهما كان الأمر مؤلما ، إذا كان هناك شئ مستحيل ، سأقول عنه ذلك . وثانيا ، بدلا من الركون عند هذه المستحيلات ، إذا كان فى الرواية شئ مستحيل ، سأعمل للعثور على شئ فى العالم الحقيقى أقيم علاقة بينه وبين مالا يمكن أن يكون .

عزز هذا المشروع كله من اقتناعى بأن الحقيقة تكون بالفعل أغرب من الروايات ، وأعتقد أن الناس يفاجئون بذلك إلى حد بالغ عندما نلقى بأمثلة

له فى وجوههم . والحقيقة أنه فى واحد من العروض الأثيرة لدىّ لأحدث كتاب لى ، وهو "مابعد رحلة النجوم" ، وهو عرض ظهر فى مجلة "بابليشرز ويكلى " (المجلة الأسبوعية للناشرين) ، أقر عارض الكتاب بأن الظواهر العلمية كثيرا ما تكون أكثر سحرا من الظواهر الروائية - الأمر الذى يبدو أنه كان فيه مفاجأة كبيرة له . ولا أستطيع أن أجد مبررا لاستخدام روايات الخيال العلمى كطريقة لتدريس العلم أفضل من هذا البرهان على أنها تستطيع إقناع الناس بأن العالم الحقيقى عالم ساحر .

إلا أنه قد يكون علىّ مثلا أن أحدث جمهورا من غير المتخصصين عن الكشف عن جسيمات النيوترينو(*) الشمسية فى سياق الأخطاء الشنيعة فى "رحلة النجوم" التى تدور حول النيوترينو ، وأن يكون حديثى بحيث لا تُسمع فيه الضحكات المكتومة عندما أزعم أن كل ما علينا أن نفعله للكشف عن جسيمات النيوترينو الشمسية هو أن نكشف عن ذرات أراجون معدودة وسط ١٠٠٠٠٠ جالون من سائل للتنظيف ! كم سيكون ممتعا عندها أن أبين أن هذه التجربة قد تم إجراؤها ، وفوق ذلك فإنه لم يحدث لأى كاتب رواية علمية فى حالة عقلية سليمة أن أدخل فكرة من هذا النوع فى رواية للشاشة لأنها ستبدو غير معقولة إلى حد بالغ . وأنا بدون لجوئى إلى مرساة "رحلة النجوم" لن أكون واثقا حتى من أنه سيكون هناك جمهور يستمع الىّ فى قاعة المحاضرات ليُسمعنى باندهاش نوعا من صيحة 'آها' ، كما يقولون فى متاحف العلم .

(*) النيوترينو جسيمات بلا شحنة وزنها خفيف جداً تنبعث من الشمس وتخترق الفضاء ومعظم الأجسام ويصعب الكشف عنها ، وقد تكون أحد مكونات المادة المظلمة التى تشكل ما يزيد عن ٩٠٪ من وزن الكون. (المترجم)

رواية الخيال العلمى فى الفصل الدراسى

ولكن هل تستطيع هذه الطريقة للتناول أن تنجح فيما يتجاوز عالم الكتب الشعبية والمحاضرات ، وداخل حجرة الدراسة ؟ أعتقد أنها تستطيع ذلك . منذ أخذت فى تأليف الكتب ، سمعت من عدد لا يحصى من مدرسى المدارس الثانوية أنهم قد استخدموا بعض زمن "رحلة النجوم" أو أمثلة أخرى من روايات الخيال العلمى وذلك لحفز طلبة يكونون بدون ذلك من غير المهتمين كما استخدموها أيضا لزيادة حمية الطلبة الذين أحدثت الفيزياء بالفعل تأثيرا فيهم . والحصول على كتب تمس أحدث تطورات الفيزياء فى هذا السياق يساعد المدرسين بأن يتيح لهم الوصول إلى أمثلة ربما كانوا بدون ذلك لا يتنبهون لها .

على أى حال ، قد وجدت أن إدراكنا لأنه يمكن فهم شئون أساسية جدا بطريقة جديدة هكذا لهو أمر له قوة أكبر كثيرا مما يُكتسب من رضاء عند الحصول على وجهات نظر جديدة عن الغرائب المختلفة للفيزياء الحديثة. ونحن جميعا نحاول ان نجعل الأسئلة الواردة فى مجموعات مسائلنا أكثر إثارة عن القول بأن " جو وجين كانا يسافران فى الطريق بسرعة خمسين ميلا فى الساعة ..." وهذا نوع من مقولات تعرض له الكثير منا فى المقررات التمهيدية للفيزياء . لماذا إذن لا نجعل الطلبة يعرضون أن جين – لوك بيكارد، قبطان "الإنتربرايز" فى "رحلة النجوم : الجيل التالى" ، سوف ينسحق كالنملة بواسطة القوى – جى كلما ردد كلمة "اشتبك!" أو أن الغزاة الأغراب فى الرواية السينمائية 'يوم الاستقلال' سوف ينزلون الدمار بمجرد أن يجلبوا سفينة فضاء كتلتها رُبع كتلة القمر لتصبح فى مدار ثابت جغرافيا حول الأرض؟ والحقيقة أنى نتيجة لهذه الأسباب بالضبط بدأت كتابى الأخيرين بهذين المثلين .

توجد فى الحقيقة مدرسة فكرية فى تعليم الفيزياء تطـرح أن الطريقـة الوحيدة لجعل الطلبة يتعلمون الأشياء حقا ويتذكرونها فيما بعد هى أن تجعلهم يواجهون مباشـرة مـا لديهم هم أنفسـهم من مفـاهيم مسبقة خاطئـة بشـأن الفيزياء. فلنجعلهم مثلا يفسـرون اولا السبب فـى أن الأجـرام التـى لهـا كتلـة مختلفة تسقط بسرعات مختلفة ، ثـم نبيـن لهـم بعدهـا أن الأمـر ليـس كذلـك . وهذا الجيل الذى تربى على " رحلة النجوم" - وتربى فى زمن أحـدث علـى "ذباب إكس " وعلى روايات سينمائية مثل "حـرب النجـوم" و"يـوم الاسـتقلال" - لهو جيل مشحون بمفاهيم خاطئة تنتظر فحسب من يستغلها!

المخاطر والعثرات

لا تخلو هذه الطريقة للتناول من وجود عثرات فيها . وقد وجـدت أن أفظع مفهوم جماهيرى خـاطئ فيمـا يتعلـق بـالعلم هـو الشـعور بـأن الثـورات العلمية تلغى كل ما أتى قبلها . تعتقد الجماهير أنه لا يوجد مسـتحيل وأن كـل ما نعتقد انه حقيقة اليوم سيثبت فـى يـوم مـا خطـؤه . (وبالتـالى ، فإنـه كمـا يمضى بنا هذا المنطق، لماذا نبالى بأن نبـذل مطلقـا أى اهتمـام بالفيزيـاء ؟) ولا حاجة بنا لأن نقـول أن هـذه دعـوى تنـاقض بالكـامل المقومـات الرئيسـية للعلم - أعنى أننا نستطيع فقط أن نثبت ان هناك أمورا زائفة (غير حقيقية) وأن المبادئ التى تنتهك الآن الاختبارات التجريبية سوف تواصل انتهاكها فى المستقبل. (أود لو أستطيع أن أنقل هذه الأفكار بطريقة أكثر فاعلية لبعض من زملائى فى الانسانيات من أتباع مذهب ما بعد الحداثة!)

على المرء أن يكون حريصا عند اللهو بأكوان روايات الخيال العلمى وذلك حتى يكون واثقا من أن جمهور مستمعيه لن يخرج فى حالة بلبلة بشأن هذه الموضوعات المحورية . والحقيقة أنى أتلقى عـددا مـن الخطابـات حـول الأفكار التى أزعم أنها مستحيلة أكثر مما يدور حول أى شـئ آخـر . (معظـم هذه الخطابات يمهّد لها بأقوال مثل : "لو أنك تحدثت فى القرن السادس عشـر

عن الطائرات لقالوا أنك مجنون...") . إن من مسئوليتنا ان ندرس للناس كيف يميزون الفارق بين مجالات هى ببساطة مما لا نعرف إجابات عنها -وحيث يكون الحال فى الحقيقة أن كل شئ أو تقريبا أى شئ قد يكون ممكنا - وبين تلك المجالات التى يكون لدينا فيها فكرة واضحة عن أى الأفكار تكون خطأ .

وفى حين أنى أدرك أن الرجوع إلى عالم رواية الخيال العلمى يمكن أحيانا أن يعتم على هذا التمييز ، إلا أنى أعتقد أنه إذا كان المرء حريصا ، سيكون للتوصل إلى الثقافة الشعبية مزايا تبلغ فعلا فى النهاية ما يفوق كثيرا المخاطر الممكنة .

اقتراحان متواضعان
بشأن تعلم العلم

جيمس تريفل

لدى ثقة فى أن كل من ساهم فى هذا الكتاب له ذكرياته الخاصة عن ليون ليدرمان ، سواء عن شخصيته كاحد سكان نيويورك الذين يذرعون شوارعها متأنقين ويدلون بملاحظات بارعة، أو وهو يجسد بطريقة أكثر وقارا (الى حد ما) الرائد القومى فى وضع سياسة العلم والتعليم . أما بالنسبة لى فإن ذكرياتى الخاصة عنه تتعلق بمدرسة للعلم للقضاة الفيدراليين كنا نحاضر فيها معا . أثناء تناولنا للمشروبات بعد الغذاء مع بعض القضاة ، تحول موضوع الحديث إلى التساؤل عن السبب فى أن رجلا مثل ليدرمان ، الفائز بنوبل والمدير الفخرى لأحد أعظم معامل الأبحاث فى العالم ، يرغب فى أن يشارك فى شأن بغيض مشوش مثل نظام المدارس العامة فى شيكاغو. وقال ليدرمانن مفسرا ، "عندما تحوز جائزة نوبل فإن هذا يتيح لك أن تدخل إلى مكتب أى فرد (فى التو) ، وقد تصورت أنى أستطيع استخدام ذلك لإنجاز بعض الخير". وهذا المزيج من الدعابة الساخرة والمثالية هو ما توصلنا إلى ان نتوقعه دائما من هذا الرجل الذى نكرمه بهذا الكتاب .

هناك جوانب كثيرة فى (تعليم) العلم ، كل منها يفرض مشاكله الخاصة به . وقد اختار ليدرمان أن يتناول المشاكل الموجودة فى التعليم الابتدائى والثانوى ، وقد نوقشت هذه المشاكل بإسهاب فى إسهامات الكتاب الآخرين فى هذا الكتاب . ولهذه المشاكل مزاياها فى أنها محددة جيدا وتتعلق إلى حق كبير بإصلاح المنهج المدرسى وتدريب المدرسين ؛ أما ما يعيبها فهو أن المرء يتعامل فيها مع طلبة صغار السن كثيرا ما لا يقدّرون قيمة ما يدرسونه. ومشكلة (تعلم) العلم ، وهى المجال الذى أخترت أن أركز جهودى

فيه ، هي بأحد المعاني صورة مرآة لمجال التعليم الابتدائي والثانوى. والجانب الطيب فيها هو تعامل المرء مع الطلبة الأكبر سنا ومع البالغين؛ والجانب السئ هي أنهم يكونوا إما قد أنهوا تعليمهم أو على وشك الانتهاء منه، فتكون فعالية الإصلاح القياسي للمنهج فعالية محدودة . وحتى نعرض الأمور بصراحة نقول أن الأفراد الذين قد أنهوا تعليمهم الرسمي لايكون عليهم أن يدرسوا المزيد للامتحان النهائي .

وبالإضافة ، فإن التقدم نحو تعلم العلم من خلال إصلاح المنهج يكون دائما بطيئا . ولنفكر في الأمر على هذا النحو : لو استطعنا أن نلوح بعصا سحرية فنجد لدينا فجأة نظاما تعليميا يجرى أداؤه في تعليم العلم دون أى خطأ، وينتج خريجين على أرفع مستوى من تعلم العلم ، فإنه سيلزم أن يمر على هؤلاء الخريجين ربع قرن حتى يشكلوا الأغلبية بين الناخبين . وهذا هو السبب في أن الكثيرين منا (بما فيهم ليون) ينفقون وقتا كثيرا هكذا في تأليف الكتب . والتحدث إلى الناس في وسائل الإعلام الإذاعية ، وينتابهم القلق بشأن الوجه الجماهيرى للعلم .

ومع ذلك ، فإن الحل الوحيد على المدى الطويل لمشكلة تعلم العلم يتطلب تغيير نظام التعليم . وأود لهذا السبب أن أنفق رصيدى في هذا الفصل في الحديث عن بعض جوانب تعليم العلم على مستوى الجامعة . على أني قبل أن أفعل ذلك ، أود أن يُسمح لي بلحظة أعرّف فيها مصطلح "تعلم العلم" كما سوف أستخدمه.

سوف أقول عن أحد الأشخاص أنه متعلم علميا إذا كان يستطيع أن يتعامل مع الشئون العلمية التي يلقاها عبر أفق الحياة العامة بالسهولة نفسها التي يظهرها شخص متعلم عند تعامله مع الشئون السياسية أو القانونية أو الاقتصادية . وقد أصبح المجتمع الآن يقاد على نحو متزايد بالعلم والتكنولوجيا ، وهو مجتمع تتزايد مطالبة مواطنيه بالتعامل مع قضايا تتضمن

عنصرا كبيرا علميا أو تكنولوجيا، وفى مجتمع كهذا لايكون تعلم العلم نوعا من الرفاهية – وإنما هو ضروري . وبدون تعلم العلم ، سيصاب نظامنا الديمقراطى بالتحلل ليصبح مجتمعا تُتخذ فيه القرارات إما بواسطة نخبة مثقفة أو بواسطة جماهير تقودها الديما جوجية.

على أننا وقد قلنا ذلك ، فإن من المهم أن ندرك أن نوع المعرفة الذى يحتاجه المواطن حتى يقوم بوظيفته فى القرن الحادى والعشرين يختلف اختلافا ملحوظا عن نوع المعرفة الذى يحتاجه بعض فرد يخطط لأن يكون مستقبله المهنى علميا أو تكنولوجيا . فالمواطن العادى ليس بحاجة لأن يكون قادرا على "أداء" العلم ، وحسبه أن يفهم ما يكفى للوصول إلى استنتاجات حول القضايا الجماهيرية . ولنأخذ كمثل أيا من المناقشات الحالية حول البيوتكنولوجيا . تناقش هنا مسائل تتناول إلى حد كبير قضايا أخلاقية ودينية، ولكن من الواضح أنه إذا كان أحدهم لا يعرف ما يكونه الجين أولا يفهم شيئا عن الميكانيزمات الجزيئية الأساسية التى تقود المنظومات الحية ، فإنه لايستطيع حقا أن يفهم ما تكونه هذه المسائل. وشخص كهذا هو منعزل بالفعل عن النقاش الديمقراطى . ومن الناحية الأخرى لا يلزم على المرء أن يكون قادرا على تحديد تتابع جزء من دنا حتى يقرر (مثلا) إذا ما كان الاستنساخ العلاجى يناسب أولا يناسب الحسابات الأخلاقية.

ومن ثم ، فإن مفهوم تعلم العلم يفرض على النظام التعليمى نوعا من "لائحة بناء" . فهو يقول أنه ينبغى ألا يُسمح لأى أحد بالتخرج من المدرسة الثانوية أو الجامعة وهو لا يحوز فهما أساسيا معينا لمشغولات الكون . على أن ما يُفرض هكذا من معيار هو مما يصعب على الجامعات الحديثة صعوبة بالغة أن تتعامل به ، ذلك أنه يتطلب تعليما لا يتلاءم تماما مع بنيتها فى شكل أقسام . وكمثل فإن النقاش حول الاحترار الكوكبى يتطلب فهما لتوازنات الطاقة الكوكبية (فيزياء) ، وللجزيئات الموجودة فى الجو (كيمياء) ،

ولتغيرات المناخ (علوم أرضية) ، وأوجه القوة والهشاشة فى المنظومات الإيكولوجية (بيولوجيا) . وسيجد الطالب صعوبة فى اكتساب خلفية كهذه بواسطة أنماط المقررات التى تسود الآن فى المنهج الدارسى - مقررات تركّز على فرع واحد من المعرفة .

فى اعتقادى أن الجامعات تستطيع أن تتغلب على قصورها التنظيمى وأن تنتج ذلك النوع من المقررات متعددة الفروع العلمية (multidisciplinary) التى نحتاجها لانتاج طلبة متعلمين علميا. والحقيقة أنى أعرف ما لايقل عن ٢٠٠ كلية وجامعة فى هذا البلد هى إما قد اتخذت هذه الأنواع من المقررات وإما أنها تجربها. على أن هناك عقبة أخرى أحس بأنها أكثر تأسسا وصعوبة - مشكلة تتعلق بموقف كثيرين من اعضاء هيئة التدريس الكليات العلمية . كثير جدا ما أجد زملاء لى وقد تقوقعوا فى نوع من الصلف يجعل من الصعب عليهم أن يروا أى قيمة فى تدريس العلم للطلبة الذين لا يتجهون لأن يكونوا علماء أو مهندسين فى المستقبل . وعندما تمرر قيم كهذه إلى أعضاء هيئة التدريس الأصغر سنا وتُدمج فى اتخاذ القرارات بالترقيات والتثبيت الوظيفى ، فإنها تؤدى إلى انتاج نوع من العمى الجماعى بالنسبة لاحتياجات المواطنين العاديين .

كثيرا ما يبدأ ليون ليدرمان النقاش بذكر مقولات تجمع فى الوقت نفسه بين أن تكون مثيرة للسخط وأن تكون معقولة إلى حد فائق ، وبهذه الروح التى يبدأ بها ليدرمان مناقشاته أود أن أطرح اقتراحين فيهما ما يرشد محاولات الكليات فى مسألة تعلم العلم ، وهما :

"علينا أن ندرس للطلبة الموجودين لدينا ، وليس للطلبة الذين نود أن يكونوا لدينا .

إذا كنا نريد للطلبة ان يعرفوا شيئا ما ، علينا أن نخبرهم بما يكونه."

اسمحوا لى أن أبدأ بالمبدأ الأول . كل من قضى وقتا فى نوادى الكليات لايمكن أن يكون قد فاتته ملاحظة أن إحدى الوسائل المفضلة بين الأساتذة لقضاء الوقت هى الشكوى من الجيل الحالى من الطلبة . وكما لاحظت أنا ، فإن هذا يصدق بالذات بين العلماء الذين يدرّسون مقررات لمن تكون موادهم الرئيسية ليست من العلوم. (ينبغى أن أذكر بالمناسبة أنه يبدو أن ظاهرة شكوى هيئة التدريس مستقلة تماما عما تكونه فعلا نوعية الطلبة . وقد سمعت ما يشبه كثيرا هذه الابتهالات بالشكاوى من أفراد يدرسون فى معاهد خاصة متميزة لها معايير للالتحاق بها على أقصى درجة من الدقة الصارمة، كما سمعتها من أفراد يدرسون فى المعاهد العليا التى تدرس لعامين فقط . والحقيقة أن التشكى فى هذه المعاهد الأخيرة قد يكون حتى أقل مما فى المعاهد المتميزة !)

بعض هذه الشكوى قد لا يزيد عن أن يكون ناتجا عن نزعة المتقدمين فى العمر إلى التركيز على الأخطاء وأوجه الفشل فى الجيل التالى. ولكنى أرجو أن تغفروا لى عندما أرى أن فى ذلك عرض مرضى لشئ أعمق ، خاصة وأنه يتعلق بتعليم العلم . فقد كان مما لاحظته شخصيا أن أعضاء التدريس بالكليات ، فيما عدا بعض استثناءات مبرزة ، لا يستريحون إلى تدريس مجالاتهم لأولئك الذين لا ينوون متابعة دراسة العلم فى المستويات الأعلى . وهذا الاحساس، بمعنى ما ، ليس إلا إحساسا بشريا - فنحن جميعا نحس بالرحة عندما نكون مع أفراد 'مثلنا' (أو على الأقل يتوقون لأن يكونوا "مثلنا") أكثر مما نحسه ونحن مع أولئك الذين "ليسوا مثلنا". وفى حالة أعضاء تدريس الكليات ، فإن عدم الراحة هذا يتخذ شكل الهجوم على أى مقرر يعالج أحد الموضوعات بدرجة من الفعالية والحيوية تقل ، عما يطرح عادة على من تكون مادتهم الرئيسية هى دراسة موضوعات مساوية . وقد يتخذ هذا مثلا شكل شجب مِنح الأقسام لمن تكون مادتهم الرئيسية من الفنون العقلية ، باعتبار انهم نسخ باهتة للشئ الحقيقى .

وأنا أشعر أن هذا الاحساس فيه حقا هجوم بفكرة أن أى طرح للعلم بدرجة من الفعالية والحيوية تقل عن الكمال لهو على نحو ما أمر منحط ، ينبغى (على الأقل بالتضمين) ألا يكون فى المنهج الدراسى لأى جامعة حقيقية . ونجد حسب هذا الرأى أنه لا أهمية مطلقا لحقيقة أن كل الطلبة يحتاجون لمعرفة 'بعض شئ' عن العلم . وتجرى حجة أصحاب هذا الرأى بأنه " إما أن يتعلموا مادتنا فى أشد أشكالها فاعلية، وإما ألا يهتموا مطلقا بدراستها" . والأمر وكأن أحد أقسام الموسيقى قد قرر أنه لايمكن للمرء أن يأتى لحضور حفل كونسيرت إلا إذا تمكن من إثبات حذقه فى عزف الكمان.

من الواضح أن تناول هذا الموضوع فى هذا الكتاب يشبه توجيه وعظ لجوقة الكنيسة . ويكفى هنا القول بأن الالتزام الحقيقى لعضو هيئة التدريس بكلية جامعية (أو بهيئة تدريس أى كلية) هو أن يأخذ الطلبة الذين يأتون إلى فصله من أى مكان كان عند البداية ليصل بهم إلى المكان الذى يفترض أن يكونوا فيه عند النهاية . ويعنى هذا فى حالة طلبة الفنون العقلية ، أن علينا أن نتقبل حقيقة أننا سوف ندرس لأفراد يجدون صعوبة فى التفكير بالكم ، أفراد قد لا تكون لديهم فكرة واضحة عما يشكل الأدلة ، أو أنهم ببساطة يجدون صعوبة فى التفكير بلغة من النماذج الفيزيقية . وينبغى أن يكون هدفنا هو أن نأخذ هؤلاء الطلبة - وليس الطلبة الذين نود أن يكونوا لدينا - وأن نجعلهم متعلمين علميا.

يختص الاقتراح الثانى بما سيحدث بعد أن نتقبل هذا التحدى، ذلك أنه يعالج الطريقة التى نحاول الانطلاق بها للوصول إلى هدفنا . ثمة انقسام شائع بين من يشتغلون بتعلم العلم ، وهو يتمثل بصورة تقريبية فى الانقسام بين أنصار "المحتوى" إزاء أنصار "المنهج" . وعند أقصى طرفين للطيف ، نجد أن أنصار المنهج يحاجون بأن الشئ المهم بالنسبة للطالب هو أن يفهم كيف يعمل العلم ، بينما تكون المحاجة عند الطرف الأقصى للمحتوى هى أن

أهم شئ بالنسبة للطالب هو أن يفهم ما اكتشفه العلماء عن الكون الذى نعيش فيه. ومن الواضح أن الإجابة الصحيحة عن مسألة تعلم العلم تقع فى مكان ما بين هذين الطرفين القصويين ، ولكن الأفراد كلهم يقع مكان الواحد منهم بحيث يكون أقرب لأحد طرفى الطيف عن الآخر. (ومن باب التسجيل فإن موقعى أقرب لطرف المحتوى) .

وبمعنى ما ، فقد خُطط اقتراحى الثانى ، ليضاد ما أرى أنه حركة مبالغ فيها بين رجال التعليم المحدثين تتجه إلى طرف المنهج من الطيف . وهذه الحركة فى أكثر أشكالها تطرفا تعمل مباشرة ضد هدف تعلم العلم . اسمحوا لى بأن أذكر ، مع ما هنالك من مخاطرة بإقامة ناطور من القش ، أن وضع أنصار المنهج هو كالتالى: هناك شئ ما يُدعى "المنهج العلمى" ، وهناك شخص ما عندما يفهم هذا المنهج ستكون له القدرة على فهم العلم كله، بصرف النظر عن مادة الموضوع الخاصة التى دُرست لهذا الشخص . وبالتالى ، ينبغى أن يكون هدف تعليم العلم هو تدريس هذا المنهج.

يصعب علىّ أن أفهم كيف يمكن لأى فرد أن يتمسك بموقف من الواضح أبلغ الوضوح أنه لايمكن الدفاع عنه . لو أننى حاججت بأن هناك "منهج لغوى" يتيح للمرء تعلم اللغات بحيث لايكون من المهم ما إذا كان الطالب يدرس الفرنسية أو المقدونية، لو فعلت ذلك لما أخذنى أحد مأخذا جديا. ولكنى سأحاج بأن معرفة أحد مجالات العلم لا تعطى أى تبصر أكبر فى مجال علمى آخر ، مثلما لا تعطى الفرنسية تبصرا بالمقدونية . والحقيقة أنى أحيانا أصف خواص طريقة التناول بالمنهج بأنها مثل مدرسة فكر تقول "هيا علمهم البيولوجيا الجزيئية وسوف يستنبطون النسبية العامة أثناء عودتهم بالحافلة إلى بيوتهم" .

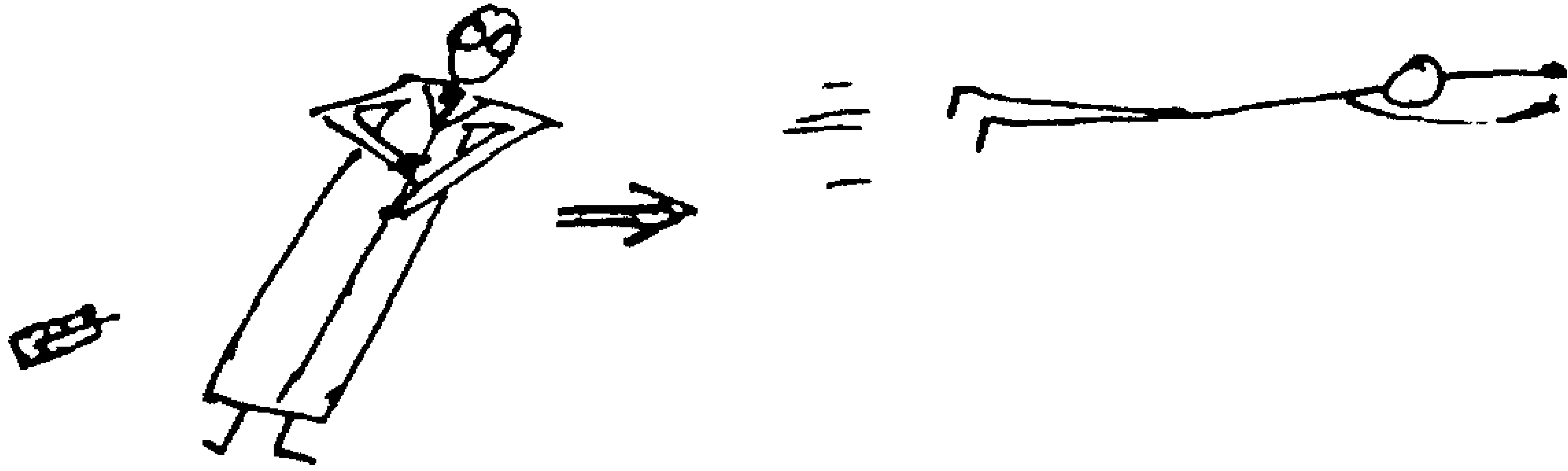
حقيقة الأمر أن المواطن حتى يصبح متعلما علميا يحتاج إلى معرفة الشئ القليل من كل مجال فى العلم . وهو يحتاج إلى معرفة القليل أيضا عن

المنهج العلمى، ولكن هذا لايمكن أن يحل مكان معرفة الحقائق الأساسية . طالب الجامعة اليوم ، الذى يدرس زمن الساعات الثمانية القياسى المطلوب فى مجال العلم ، يستطيع بسهولة أن يتخرج من الكلية دون أن يسمع مطلقا فى أوضاع الفصل الدراسى كلمات مثل "دنا"، أو "المصدر البديل للطاقة " ، أو "الإضافات الغذائية" . وأنا أطرح أن هذا الطالب قد جُهز تجهيزا سيئا لمواجهة ما سيكون عليه أن يتخذه من قرارات كمواطن .

وباختصار ، إذا كنا نريد للطلبة أن يعرفوا الشئ القليل من كل فرع فى العلم، فإن علينا أن "تدرس" لهم الشئ القليل من كل فرع فى العلم . ولا توجد أى وسيلة سحرية تتيح لنا أن نظل ندرس مقرراتنا المريحة الصادرة عن أقسام الكليات ونواصل رغم ذلك إعطاء طلبتنا ما يحتاجونه . لابديل لدينا إلا أن نأخذ فى السمو على مقولات القرن التاسع عشر التى انتظمت حولها فروعنا المعرفية وأن نصبح من أنصار تعدد الفروع المعرفية بأفضل معنى لهذه الكلمة .

وقد بيّن لنا ليون ليدرمان بالفعل ، من خلال عمله فى أن يضم معا الكونيات الحديثة مع فيزياء الجسيمات ، أن هذه الفكرة يمكن أن تُجعل ناجحة فى أوضاع الأبحاث . أفلا ينبغى أن تكون الخطوة التالية هى تنفيذها فى تدريسنا ؟

إذن ، فليدخل "العالِم المواطن" الذى ،
مثله مثل السوبرمان ، يجب أن ينطلق وهو يخلع
معطف المعمل ، ويسقط مسطرته الحاسبة وأن
يصبح مشاركا .



تدور المعركة من أجل قلوب وعقول المواطنين
فى أممنا . إنها من أجل حشد السكان بشأن هذه
المجموعة المعقدة من القضايا التى تربط
تفكيرنا وقدراتنا العلمية بالمشاكل الفيزيقية
والاجتماعية والأخلاقية التى تواجهها الحضارة
البشرية .
إن هذه الحرب حرب ضد الجهل
وأرض معاركها هى مدارس الأمة.

الجزء الرابع

إدارة

العلم

مسئولية العلماء الأخلاقية (*)

هوارد جارنر

طُرح فى منتصف القرن التاسع عشر أقتراح جاد بإغلاق مكتب الولايات المتحدة لبراءات الاحتراع لأن أى اختراع له أهمية قد تم انجازه . ونحن الآن نضحك من سذاجة هذا الاقتراح فى ضوء ما تلاه من ظهور التلغراف والتليفون والراديو والتليفزيون والطائرات وأجهزة الكمبيوتر . ومنذ سنوات قليلة ألف صحفى أمريكى إسمه جوج هورجان كتابا عنوانه "نهاية العلم" (١٩٩٦) . وقد خمن فى هذا الكتاب أن الأسئلة المهمة حول طبيعة المادة والحياة قد تمت الإجابة عنها ، وأن ما تبقى من أسئلة حول الطبيعة والعقل ليست مما يقبل إجابة علمية . بعد أن يمر قرن من الآن سيبدو اقتراح وصول العلم إلى نهايته فى تسعينيات القرن العشرين اقتراحا يساوى الاقتراح السابق فى ضحالة المعلومات .

ونحن بكل تأكيد لانستطيع التنبؤ بتفاصيل أوجه التقدم فى العلم والتكنولوجيا. منذا الذى كان يمكنه أن يتوقع فى نهاية القرن التاسع عشر اكتشافات مثل نظرية النسبية أو تكتونيات ألواح الأرض ؛ ومنذا الذى كان يمكنه أن يتوقع ميكانيكا الكم، ودلالات مبدأ عدم اليقين لها يزنبرج ، وأبحاث فيزياء الجسيمات التى أجراها ليون ليدرمان وآخرون فى 'المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية ، ومعامل نيفيس ، ومعمل بروكهافن القومى ، والمعمل القومى للمعجل فيرمى؟ وإذا تحولنا من عالم الفيزياء لعالم البيولوجيا ، سنتساءل منذا الذى كان سيتمكن من التكهن بالثورة التى حدثت فى البيولوجيا الجزيئية : طبيعة الجينات والكروموسومات ، وبنية دنا ، ناهيك عن حقيقة

(*) ظهر هذا المقال أولا فى مجلة "ديالوجز" (حوارات) يناير ١٩٩٩.

أننا نستطيع الآن استنساخ كائنات بأكملها ، وتعديل التتابع الوراثي البشرى ، والتحكم إن شئنا وراثتنا ؟ والأن وقد أصبح هناك تقدم له قدره يُنفذ فى علوم الأعصاب والإدراك ، فإنه يبدو مرجحا إلى درجة كبيرة أننا سنواصل إماطة النقاب عن أسرار التفكير ، وحل المسائل ، والتنبه ، والذاكرة ، ثم - أكثر الغنائم كلها مراوغة ، طبيعة الوعى .

ومن الصعب على من يكونون على صلة وثيقة بالعلم أن ينكروا مدى ما يوجد من إثارة فى المشروع العلمى . هناك الكثير من القضايا والمسائل التى كان ذات يوم من نصيب الشعراء وفلاسفة الكراسى الوثيرة قد تمت بالفعل الإجابة عنها بواسطة العلماء أو أنها على الأقل أصبحت فى مدى قبضتهم . وكما يُذكر أحيانا فقد صارت الأسرار الآن مسائل ، ومسائل قابلة للحل . ومع ذلك ، فمن الخطر اتخاذ وجهة نظر مفرطة فى التفاؤل بالنسبة للعلم . فالعلم حقا يواصل السير . ولكن ليس هناك ما يضمن أن العلم سيسهم طبيعيا فى خير الجماهير أو أنه سيكون فى المستقبل قوة خيرة. وكما علق ليون ليدرمان ذات مرة (١٩٩٢) فإنه " عندما ننظر وراء إلى أيام العلم المبكرة ، نجد أنه كانت للعلم تأثيرات مدمرة فى الطريقة التى يعيش بها الناس. ولست أعنى بكلمة مدمرة أنها سلبية . وانما أعنى فحسب أنها تأثيرات درامية فى الطريقة التى يعيش بها الناس ، ولكن لم يكن من المعروف وقتها أن ذلك سوف يحدث".(١)

العلم محايد أخلاقيا. وهو يمثل أفضل محاولات أفراد البشر لتوفير إجابات يعتمد عليها عن أسئلة يهمنا أمرها: من نحن ؟ كيف وصلنا إلى أن نكون ؟ ما الذى صُنع العالم منه ؟ من أين أتى ؟ ما الذى سيحدث له ؟ ومتى؟ (أفينبغى أن أنقش التاريخ فى مفكرتى ؟) ما الذى يحدد أوجه الانتظام وعدم الانتظام فى العالم ؟ ما هو نوع المخلوقات التى تسأل هذه

الأسئلة ؟ هل يكون نوعا من مخلوق أخلاقى أولا أخلاقى أو بلا حس أخلاقى؟

ولكن ماذا يحدث عند الإجابة عن هذه الأسئلة ؟ أحيانا تكون الإجابات ببساطة مما يشبع الفضول البشرى - وهذا هدف مهم جدا . إلا أنه فى أحوال أخرى تؤدى هذه الإجابات إلى أفعال ملموسة - بعضها ملهم ، وبعضها مفزع . أدت معادلة أينشتين الطاقة = الكتلة × مربع السرعة ($E=mc^2$) إلى اثارة نتائج كثيرة (تمت بما لايمكن أنكاره بطريق غير مباشر). تراوحت هذه النتائج ابتداء من استخدام الطاقة النووية لتوفير القوى للمدن وكذلك تفجير أجهزة نووية على حساب حياة الآلاف فى هيروشيما وناجازاكى ثم وصولا إلى نشر التلوث الذى تبع كارثة تشيرنوبل. وقد حدث بعد اكتشاف المضادات الحيوية ان شهدنا انبثاق أدوية رائعة تستطيع التغلب على أمراض مروعة كما شهدنا أيضا انبثاق كيانات سامة جديدة ثبت أن لها مناعة ضد تأثير العلاج بالمضادات الحيوية .

ومرة أخرى ، فإن العلم نفسه لا يستطيع أن يقرر أى الاستخدامات سيتبعها ، وأيها التى لن يتبعها . فهذه قرارات يتخذها أفراد البشر ، وهم يتصرفون بناء على أى مما تكونه القدرات الرسمية وغير الرسمية المتاحة لهم . ويعطى أينشتين مثلا جيدا لهذه النقطة . من المشكوك فيه أنه كان يفكر فى تطبيقات النظرية الذرية عندما كان يطور أفكاره حول الخواص الأساسية للمادة والطاقة . وعندما اتصل به فى أواخر ثلاثينيات القرن العشرين عالم الفيزياء ليو زيلارد الذى كان له صبغة سياسية ، كان قد اصبح واضحا بالفعل وقتها أن الطاقة النووية يمكن السيطرة عليها لانتاج اسلحة قوية جدا . ووافق أينشتين على أن يوقع على خطاب موجه للرئيس فرانكلين روزفلت ، وأدى هذا التصرف بدوره إلى انطلاق مشروع مانهاتن وبناء أول أسلحة ذرية . بعد نهاية الحرب العالمية الثانية وفى أعقاب تفجير الأجهزة النووية

على اليابان ، أصبح أينشتين زعيما فى حركة الاتجاه للسلام ونزع السلاح فى النهاية .

حاج العلماء فى الماضى بأن مهمتهم هى أن يضيفوا إلى المعرفة والفهم البشريين الدائمين ، وليس أن يصدروا قرارات حول السياسة والفعل . ولكن ما هى إذن القوى التى منعت الاستخدام العشوائى للتكنولوجيا ، وإساءة استخدامها أو استغلالها بصراحة استغلال ضارا - تلك التكنولوجيا التى تشكل ثمار التقدم العلمى؟ ماذا كان دور الزعماء العلميين - افراد مثل ليون ليدرمان ، الذين أصبحت إنجازاتهم العلمية جزءا من التاريخ ، ولكنهم اختاروا معالجة قضايا اجتماعيية واسعة ؟

فى وسعنا أن نعيّن ثلاثة عوامل أفادت تقليديا كقيد على اساءة تطبيق العلم. أول كل شئ ، ظلت هناك القيم الموجودة فى المجتمع ، وخاصة القيم الدينية . يستطيع الانسان من حيث المبدأ أن يجرى تجارب يُعرّض فيها المساجين لمواد سامة معينة. ولكن الدين يعظنا بأن كل حياة بشرية لها حرمة. وهناك قوة توازن أخرى وهى القانون. فنجد مثلا فى دول كثيرة أن هناك حماية للمسجونين ضد الأشكال غير المعتادة من المعاملة أو العقاب . وثالثا فإن هناك حس بدافع داخلى ، أو بمعايير أخلاقية عند المهنيين . فى وسع العالِم ان يتخذ موقفا بأن الإسهام فى المعرفة ينبغى ألا يكون محميا على حساب رفاه الانسان أو الحيوان ؛ بل والحقيقة أن بعض العلماء قد رفضوا استخدام الاكتشافات التى تمت بواسطة النازيين نتيجة لتجارب لا أخلاقية. أو أن مديرا للسجن قد يرفض أيضا السماح بإشراك مساجينه فى هذه الدراسات، حتى وإن كانت هناك ضغوط عليه لفعل ذلك .

مازال كل من هذه العوامل فعالا ، إلا أنه يبدو بكل أسف أن كلا منها قد قلت قوته حاليا . وفى هذا الزمن من التغير السريع ، أصبحت القيم هشة وربما بدت القيم الدينية غير متمشية مع الزمن . أما القوانين فتظل باقية

مادام لم يتم إسقاطها، ولكن الأحداث كثيرا ما تتغير سريعا بحيث لا يستطيع القانون أن يجاريها - ولننظر بلبلة الكونجرس فى الولايات المتحدة فى محاولاته للتعامل مع قضايا مثل الاستنساخ وأبحاث خلايا الجذع . وفى هذا العصر حيث انتصر نموذج السوق فى كل أنحاء المجتمع تقريبا ، كثيرا ما يكون من الصعب تماما على المهنيين كأفراد أن يتمسكوا بمعايير دافعهم الداخلى . ومنذ ما يقرب من خمسة عشر عام تآمر الأطباء فى فرنسا ليبيعوا دما يعرفون أنه ملوث بفيروس الإيدز ، ومن المحتمل أن الحس بالدافع الداخلى لديهم لم يكن قويا بما يكفى للنضال ضد الاحتياجات المالية والمجتمعية للدم.

نحن نواجه مأزقا . فمن أحد الجانبين ، نجد أن العلم والابتكار تجرى أمورهما سريعا ، فيفتحان دائما جبهات جديدة . ومن الجانب الآخر ، نجد أنه يبدو أن القيود التقليدية ضد التجريب الوحشى أو سوء الاستخدام قد ضعفت . أفيجب أن نترك الأحداث للصدفة ، أم أن هناك طريقة لمتابعة أداء العلم على نحو مسئول ؟

ها هنا تدخل المسئوليات الاخلاقية للعالِم . وأنا أقول بالرأى بأنه يجب صياغة ميثاق جديد بين العلماء والمجتمع . فالمجتمع يجعل من الممكن للعلماء أن يواصلوا أبحاثهم - وذلك بأن يمول العلم وبأن يعاون أيضا فى إنجازه . وأنا أقر بأن العلماء ، فى مقابل ذلك يجب أن يأخذوا على عاتقهم مهمة إضافية : فيجب عليهم أن يتخلوا عن تلك الدعوى التى كانت مبررة ذات يوم والتى تزعم أنهم غير مسئولين عن التطبيقات، وإنما يجب أن يبذلوا جهدا صادقا للتأكد من أن ثمار العلم يتم تطبيقها بحكمة وليس بحماقة ولعلهم يفعلون ذلك بطريقتين أساسيتين : (١) بالتركيز على ما يحتمل من تطبيق أو سوء تطبيق لابحاثهم الخاصة ، و (٢) بالتركيز على العلاقة بين تطبيق العلم وبين المجتمع الكبير الذى يتخذ العلم موقعه فيه .

اسمحوا لى بأن أطرح مثلا من أبحاثى الخاصة بى كعالم نفس فى الإدراك. أنشأت منذ ما يقرب من عشرين سنة نظرية عن الذكاء أسميتها نظرية الذكاوات المتعددة (جاردنر ١٩٨٣) . وفى حين كنت أعتقد أن هذه النظرية ستكون لها أهميتها أساسا عند علماء النفس الآخرين ، اكتشفت سريعا أن هناك اهتماما بها له قدره عند رجال التعليم فى كل أنحاء العالم . أخذ رجال التعليم يستخدمون تطبيقات للنظرية من كل نوع . وقد حيرنى هذا الاهتمام كما أشبع كبريائى . ولكنى مثل معظم العلماء أحسست ببعض تورط شخصى فى هذه التطبيقات . والحقيقة أننى لو سُئلت بهذا الشأن لأجبت بأنى "قد قمت بإنشاء هذه الأفكار وأنا آمل أن تكون صحيحة . ولكنى لست مسئولا عن الطريقة التى تطبق بها – فهذه (ميمات)(*) قد انطلقت فى العالم ويجب أن تتابع مصيرها الخاص بها " .

تلقيت رسالة بعد ذلك بما يقرب من عشرة أعوام ارسلها زميل فى استراليا. وقال فيها ، " تُستخدم أفكارك عن الذكاوات المتعددة فى استراليا إلا أنك لن تحب الطريقة التى تستخدم بها " . طلبت منه أن يرسل لى المواد الخاصة بذلك وقد فعل. كان زميلى مصيبا كل الصواب . وكلما قرأت المزيد من هذه المواد ، قل ما أحببتها. وكان دليل الجريمة الحى هو صفحة ورق رصت فيها قائمة لكل جماعة إثنية وعرقية فى استراليا ، ومعها قائمة واضحة للذكاوات يُزعم فيها وجود مجموعات معينة قوية ومعها قائمة ذكاوات أخرى تصحبها يزعم فيها وجود مجموعات ضعيفة .

كانت هذه القوالب النمطية تمثل تحريفا كاملا لما أومن به شخصيا . وإذا لم أتكلم أنا فمن الذى سيفعل ذلك ؟ ومن الذى ينبغى أن يفعل ذلك ؟ .

(*) الميمات Memes ، هى بالنسبة للمجتمع مثل الجينات للأفراد ، فتنقل ثقافة المجتمع من جيل للآخر.(المترجم)

وبالتالى ، فقد ظهرتُ فى التليفزيون فى استراليا وانتقدت ذلك البرنامج بأنه 'علم زائف' . وكان فى هذا النقد ، هو وغيره ، ما يكفى لأن ينتج عنه إلغاء المشروع .

لست أعد نفسى مثالا أخلاقيا . لم يكن من الصعب أن أظهر فى عرض تليفزيونى ببلد بعيد كل البعد ، ولم أكن أؤدى بحثا فى البيوتكنولوجيا أو علم الصواريخ. ومع ذلك فإن 'التحرك' الذى أديته هو فى اعتقادى الخاص تحرك حاسم. وبدلا من أن أنظر إلى "التطبيقات" على أنها مهمة شخص آخر ، توصلت إلى أن أدرك أن لدى مسئولية عن التأكد من أن أفكارى تستخدم على نحو بنائى بقدر الإمكان. والحقيقة أنى منذ ذلك الوقت قد كرست بعض طاقتى فى دعم ما أوافق عليه من الأبحاث التعليمية على الذكاوات المتعددة ، وفى أن أنتقد أو أبتعد بنفسى عن الأبحاث التى تكون لها استخدامات لا شرعية أو يصعب تبريرها . كما أنى بقدر ما يمكننى ، أخذت أعمل فى اصلاح التعليم على نحو أوسع – والحقيقة أننى فى هذا السياق كان لى كعالم اجتماع شرف أول لقاء بليون ليدرمان عالم الفيزياء الفائز بجائزة نوبل .

كيف يستطيع المرء أن يبدأ فى صياغة ميثاق جديد بين العلماء والمجتمع الأكبر ؟ فى رأى أن المأزق الحالى يستدعى مجهودات أكبر يبذلها كل طرف ليوضح احتياجاته وتوقعاته . يجب على العلماء أن يكونوا راغبين على نحو مستمر فى أن يعلموا الجمهور بشأن طبيعة العلم وما يلزم لأداء أبحاث علمية طيبة . وللعلماء الحق فى مقاومة أوجه سوء الفهم الحمقاء للمشروع الخاص بهم وأن يناضلوا من أجل أن يتابعوا المعرفة بلا رقابة . ويجب على العلماء فى نفس الوقت أن يكونوا راغبين فى الاستماع بعناية لتحفظات غير العلميين بالنسبة لأعمالهم وأن يتوقعوا ما يحتمل من سوء

تطبيق للأبحاث ، وأن يبينوا بقوة أين يقفون فيما يتعلق بهذه التحفظات ، والاستخدامات ، وسوء التطبيقات .

وفى الأحوال العادية ينبغى ألا يسد العلماء ولا الجمهور العام طريق البحث. ومع افتراض أنهم لا يلحقون ضررا بالآخرين ، يجب أن يكون للعلماء الحق فى متابعة ما يوجد من أسئلة وفضول إلى حيث يقودان . على أنه يحدث أحيانا أن يرغب العلماء فى النظر فى أمر عدم القيام بدراسات معينة ، حتى وإن كانوا هم شخصيا لهم فضولهم فيما يتعلق بالنتائج . وفى حالة مجالى العلمى الخاص بى ، فأنا نفسى لا أغفر لأى أبحاث أن تدور حول الفروق العرقية فى الذكاء لأنى أعتقد أن نتائج هذه الدراسات من المرجح أن تكون مثيرة للفتن . وبعض علماء البيولوجيا ينفرون أقصى النفور من العمل فى تجارب على هندسة أفراد البشر وراثيا أو استنساخهم ، وليس هذا لوجود نقص فيما لديهم من فضول حول النتائج وإنما الأحرى أن بعض تضمينات هذه الأبحاث يمكن أن تكون مثيرة جدا للمتاعب - كأن تؤدى مثلا إلى مشاكل نفسية أو طبية خطيرة فى الأفراد موضع هذه التجارب.

وإذا آمنا بأن دعواى هذه لها جدارتها - وإذا آمنا بأن العلماء ينبغى أن يزدادوا تعمقا فى انغماسهم فى الاعتبارات الأخلاقية - كيف يمكن اذن للعلماء ان يتصرفوا بناء على هذا الإيمان ؟ هذا هو السؤال الذى ظللت أتأمله مع زميلين قريبين إلى هما ميهالى سيكز ينتميهالياى بجامعة شيكاغو ووليام دامون بجامعة ستانفورد . نحن نحاول أن نفهم كيف يتعامل مهنيون مبرزون - أفراد يمارسون "ابحاثا عن أحدث ما فى العلم" - كيف يتعاملون مع الاغراءات والضغوط المختلفة فى مجالهم . واصلنا أن نلاحظ ونجرى لقاءات مع علماء ومهنيين فى مجالات أخرى مثل الصحافة والمسرح والأعمال الخيرية . أردنا أن نعرف كيف يبدو موقف عملهم حاليا بالنسبة لهم

كأفراد "فى داخل الخنادق" ؛ وأردنا أن نعيّن الأفراد والمؤسسات التى نجحت فى صنع تجانس بين البحث الابتكارى والاحساس بالمسئولية تجاه دلالات وتطبيقاهذا البحث جاردنر ، وسيكزينتميهالى ، ودامون ٢٠٠١) .

وفى حين أن من المبكر جدا تسجيل نتائج هذا البحث بأى تفاصيل ، إلا أنى أستطيع أن أذكر بضع نتائج مؤقتة والطريقة التى نضع بها حاليا تصورا للقضية . وبداية فإن المهنيين ليسوا بالسذج فيما يتعلق بموقفهم . فهم على وعى بما عليهم من ضغوط هائلة وبهيمنة نموذج السوق مع منعطف الألفية . وهم يريدون أن يكونوا شخصيات أخلاقية فى حياتهم المهنية وحياتهم الخاصة ويدركون أن هناك ضغوطا تجعل من الصعب عليهم أن يفعلوا دائما "الشئ الصواب" ويتجنبوا عبور خطوط الخطر.

على أن هناك فوارق واضحة يمكن أن نلاحظ بها مدى نجاح هؤلاء الأفراد المبتكرون فى الحفاظ على حس أخلاقى . وليس مما يثير الدهشة أن الوجود المبكر للتدريب والقيم أمران مهمان ، وهذا يتضمن الانتماء الدينى بمعانى كثيرة . وهناك عامل تكوينى يساوى ذلك فى أهميته وهو أن تتاح الفرصة للعمل فى معمل لعالم له أخلاقياته ، أو أن يوجد زملاء آخرين وثيقى الصلة ولهم قيم مؤثرة . ونحن نتحدث هنا عن الدعم الرأسى – فرصة العمل مع "باحث طيب" أرقى مرتبة – والدعم الأفقى– فرصة ان يحاط المرء بأقران يناضلون هم أيضا لتنفيذ عمل طيب.

ما ان يبدأ المرء مستقبله المهنى على نحو جاد ، حتّى يجد ، ان كان مبدعا، ان هناك عاملين يساعدانه . العامل الأول هو الحس القوى بوجود مبادئ داخلية – خطوط لايتجاوزها المرء ، مهما كان ما يحدث . وإذا كان العالم يقول – ويؤمن – بأنه لن يضع إسمه أبدا على ورقة بحث علمية إلا إذا راجع كل البيانات بنفسه، فإن هذا يؤدى واقعيا إلى التخلص من أى احتمال بأنه سيكون شريكا فى تسجيل بيانات فيها خداع . والعامل الثانى هو

إدراك أنه ليس هناك حاجة لتقبل إحدى المهن بالطريقة التى توجد بها الآن ؛ فالمرء كإنسان فاعل يستطيع أن يعمل على تغيير ذلك المجال . ولنفرض مثلا ، أنه قد أصبح من الممارسات الروتينية عند طلب المنح ، أن يقترح رئيس المعمل بحثا قد تم فى الحقيقة تنفيذه بالفعل . يستطيع العالِم من الآن فصاعدا ألا يفعل ذلك وأن يعمل مع زملائه على تغيير الإجراءات فى هذا المجال. والحقيقة أنه إذا أدخلت فى الاجراءات عملية يحدث فيها أن يقدم رؤساء البحث طلبات للدعم بأن يصفوا الأبحاث التى قد تم تنفيذها ، بدلا من طلب دعم لأبحاث قد يتم تنفيذها فى المستقبل ، فإن إدخال ذلك سوف يمثل تغييرا له أهميته فى الممارسات المعتادة فى أحد المجالات .

يمكن جمع أمثلة مشابهة فيما يتعلق بتطبيقات أبحاث العلماء . ويستطيع المرء مثلا أن يقرر أن كل أبحاثه ستكون متاحة للكل ، وبالتالى يرفض تسجيل براءة اختراع لأى نتائج . وهاهنا يتغلب المبدأ الداخلى على الرغبة فى الاستفادة الشخصية. أو أن المرء يستطيع أن يخطو فى اتجاه نشر العلم بحيث توضع مصالح الجمهور فى الحسبان. واحدى طرائق أداء ذلك هى أن يشكل كل معمل تطوعيا لجنة استشارية ، تتألف من أفراد على معرفة ومن مجالات ومعامل أخرى . وهذه المجموعة الاستشارية سوف تنور نفسها بالمعلومات بشأن عمل المعمل ، وتنقده عندما يكون ذلك ملائما ، وتطرح اقتراحات عن استخدامات النتائج التى يكون فيها نفع عام وعما يحتمل من استخدامات ضارة.

ومن الأمور الهامة لمتابعة الأبحاث الطبية وجود أفراد يجسدون البحث الطبيب فى مجال معين . ونحن نسمى هؤلاء الأفراد "أمناء" لأنهم يكرسون جهودا لها أهميتها من أجل الحفاظ على هذا المجال ، ليس من أجل مكاسب شخصية ، وإنما الأحرى أن ذلك يكون بأفضل وأنزه معنى لهذا المصطلح . لست أستطيع أن أتحدث بمعرفة عن اسهامات ليون ليدرمان فى

فيزياء الجسيمات ولكنى أستطيع أن أجزم بعطائه الكريم لتعليم الشباب الأمريكي فى مجال العلم . ولا يوجد فى السنوات الأخيرة إلا قلة من أى من علماء القمة قد كرست مثل هذه العناية الوافرة بالطرائق التى يتعلم بها الأمريكيون العلم . وقد فعل ليون ليدرمان ذلك بطريقة مؤسسية - بأن أعاد وضع تصور للمنهج الدراسى للعلم فى المدرسة الثانوية وبأن لعب دورا مفيدا فى إنشاء معاهد قائدة ، مثل أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم فى أورورا وأكاديمية المدرسين للرياضيات والعلم فى شيكاغو . وهو قد أجاد أداء ذلك أيضا على نحو شخصى ، فأنفق ساعات لا حصر لها وهو يعمل مباشرة مع أفراد صغار السن - سواء من كان منهم فى أوضاع غير مواتية أو فى أوضاع من التميز - فأدخلهم مباشرة لما يوجد من إثارة ومتع عند الإسهام بنشاط فى المشروع العلمى . وليون ليدرمان بهذه الطرائق وبغيرها هو النموذج الأصلى لفرد من 'الأمناء' ، فهو مثال يُعطَى عن "'الباحث الطيب" . الذى يسهم مباشرة مع الأفراد وفى المؤسسات ويلهم الآخرين أن يفعلوا ذلك أيضا .

وفى النهاية ، فإنى أرى أن كل فرد لديه مجموعة من أربع مسئوليات. أولها مسئولية تجاه نفسه - تجاه ما يخصه من أهداف واحتياجات - الأنانية وغير الأنانية معا . والمسئولية الثانية هى تجاه من يوجدن حوله - اسرة المرء وأصدقاؤه ورفقته اليومية . والمسئولية الثالثة هى تجاه دافعه الداخلى - المبادئ التى تنظم مهنة المرء- وهى فى هذه الحالة ، ما الذى يعنيه أن يكون المرء عالم بحث . والمسئولية الرابعة هى تجاه العالم الأوسع - تجاه أفراد لا يعرفهم المرء ، وتجاه أمن وحرية الكوكب ، وتجاه أولئك الذين سوف يرثون العالم فى المستقبل . وليون ليدرمان عندما كرس نفسه لتعليم الأفراد صغار السن ، قد جسد بذلك عبارة هنرى آدامز الشهيرة : "يصل تأثير المدرس إلى ما هو خالد ، إنه لا يستطيع قط أن يعرف أين يتوقف تأثيره".

ويجب علينا كلنا ، سواء من كان منا حكيما أو عالما أو محاميا او غير متخصص ، أن نجد طريقنا بين هذه المسئوليات القوية التى تتنافس معا احيانا؛ وسوف يساعدنا فى ذلك الدين ، والأخلاقيات ، والأصدقاء ، والزملاء، ولكننا فى النهاية يجب أن نتوصل بأنفسنا إلى التوازن . فلا يمكن أن تفوّض المسئولية الشخصية لشخص آخر . هناك التزام خاص على من تكون لهم ميزة خاصة بأن يوجهوا العلم، وهو أن يترووا فى التفكير بشأن هذه المسئوليات المتنافسة . وعندما يصل العلماء ذات يوم إلى إحكام قبضتهم على طبيعة المادة ، ومصادر الطاقة ، وبنية الحياة ، ووسائل تشكيل وتغيير الحياة، ستكون هذه المسئوليات رهيبة . أصبح من الضرورى أن يوجد وعى أعظم كثيرا بشأن هذا الموقف ، إذا كان علينا أن نورث لسلالتنا عالما جديرا بسكناه.(٢)

الهوامش

١ – هذا استشهاد من لقاء اجراه ليون ليدرمان فى مؤتمر " اتخاذ طريق من خلال دنا" فى جامعة كاليفورنيا فى سان فرنسيسكو ١٩٩٢. وهناك نسخة جزئية متاحة عند :

http://www.accesse xcellence. com/AB/CC/lederman.html.

٢ – دُعم إعداد هذه الورقة للبحث دعما جزئيا بواسطة مؤسسة جونسون انديفور، ومؤسسة لويس وكلود روزنبرج الصغير ، ومؤسسة ج. ايبشتين .

المراجع

Gadner, H. Frames of Mind. The Theory of Multipe Intelligences. New York: Basic Books, 1983/1993.

Gardner, H., M. Csikszentmihaly, and W. Damon. Good Work: When Excellence and Ethics Meet. New York: Basic Books, 2001.

Horgan, J. The End of Science. Reading, Mass.: Addoson-Wesley, 1996.

المسئولية العلمية
والتر إ. ماسّى

لدى العلماء فى المجتمع الحديث أنواع مختلفة من المسئوليات تتبع من أدوارهم المتعددة كعلماء ، وكمواطنين من الجمهور فى عالم يتزايد اتصافاً بالكوكبية، وكأعضاء فى جماعاتهم المحلية . والمسئولية الاساسية عند العلماء هى الحفاظ على صحة وحيوية الغلم نفسه ، وأن يعملوا على تقدم الاكتشافات ونشر المعرفة، والتيقن من أن المشروع العلمى سيواصل التقدم .

يقوم آخرون من أفراد ومؤسسات بأدوار مهمة أيضا فى هذا الجهد : كدعم الحكومة للأبحاث والتعليم ، وتقدير الجمهور غير المتخصص للعلم والعلماء، وجهود وسائل الإعلام فى الدعاية للأنباء العلمية ونشرها . إلا أن لب المسئولية التى لا غنى عنها لصحة وتقدم العلم يقع أساسا على العلماء أنفسهم . وقد يبدو هذا هدفا ضيق المدى لخدمة الذات . إلا أنى أحاج بأنه حتى يصل العلماء إلى هذا الهدف فإنهم يجب أن يشاركوا بأنشطة أخرى مفيدة للمجتمع ككل .

هناك بوجه خاص أربعة جهود وأنشطة مهمة ينبغى أن يشارك بها العلماء ويدعمونها حتى يتم الحفاظ على صحة وحيوية العلم .

واولها أنه يجب العمل على جذب وتشجيع ألمع العقول حتى تساهم فى العلم، وهذا يعنى أيضا جذب أفراد من كل الخلفيات الثقافية والإثنية .

وثانيا ، من المهم لنا كجماعة علمية أن نساهم فى بذل الجهود لتعزيز جودة تعليم العلم لكل الناس ، فنساعد بذلك على تأسيس جماهير أكثر تعلما للعلم .

وثالثا ، يجب أن نصمم على أن الجماعة العلمية وهى تقود البحث ، والتدريس ، والانتشار ، تتمسك بأرفع مستويات الأمانة والسلوك الأخلاقى .

ورابعا ، نحن فى حاجة إلى التيقن ، بافضل ما نستطيع ، من أن المعرفة العلمية تُستخدم لفائدة البشرية وليس للإضرار بها .

استخدام المعرفة لفائدة البشر

هذه النقطة الرابعة ، إذا لم تكن خلافية ، ستكون على الأقل مثيرة للنقاش بدرجة كبيرة . إلا أنها أصبحت الآن مهمة ربما بدرجة أكبر من أى وقت سبق مطلقا. وقد استمر النقاش تاريخيا حول درجة ما يستطيعه العلماء من محاولة للتحكم فى مخرجات أبحاثهم . على أنى أعتقد أن هناك الآن تناقص فى عدد العلماء الذين يتمسكون بالمبدأ القائل بأن دور العلم الوحيد هو فى اكتشاف المعرفة وتقدمها وأن "على المجتمع أن يحدد الاستخدامات التى ستستعمل فيها نتائج العلم" .

يدور النقاش حاليا حول قضايا مثل الاستنساخ ، واستخدام خلايا الجذع فى الأبحاث ، واستخدامات أنواع الطاقة المختلفة ، بما فى ذلك الطاقة النووية ، والأساس العلمى للتغير فى المناخ الكوكبى ، وهذه كله قضايا يتوقع الجمهور وصانعى السياسات أن تساعدهم جماعة العلماء فى التوصل إلى إصدار قرارات مسئولة بشأنها. ومهما يبدو الأمر صعبا ، سيكون على الجماعة العلمية أن تأخذ على عاتقها مسئولية جماهيرية متزايدة فى محاولتها تخفيف الجوانب الضارة فى الاكتشافات والانجازات الجديدة وتعظيم ما لها من فوائد للمجتمع . والجمهور لن يتوقع ما هو أقل من ذلك .

الجماعة العلمية تحتاج لمعايير رفيعة من الأمانة والسلوك الأخلاقى

النقطة الثالثة عندى ، هى حاجة الجماعة العلمية إلى أن تكون أخلاقية على نحو جلي ، وهذه نقطة ليست خلافية ، إلا أنه توجد مع ذلك حاجة إلى التأكيد عليها دائما داخل الجماعة وبالنسبة للجمهور غير المتخصص . وهذه قضية يتواصل الانشغال بها لأن هناك أمثلة ، لعلها قليلة، حيث لم يتمسك بعض الأفراد بالمعايير المتفق عليها عند الجماعة العلمية . والقضايا التى تتناول سوء السلوك فى العلم (بما فى ذلك الانتحال) ، وتعديل نتائج التجارب العلمية ، ومظاهر تضارب المصالح ، كلها قضايا قد لقيت دعاية واسعة الانتشار .

ناقش جوزيف روتبلات خبراته أثناء انشاء أسلحة ذرية/نووية فى مقال له نُشر فى مجلة "ساينس" (العلم) عنوانه " تحمل المسئولية" (روتبلات ٢٠٠٠)، وسرد شعوره المتنامى بالقلق بشأن الاستخدامات التى ستستعمل فيها هذه الأسلحة . وكانت خبراته فى ذلك مماثلة لخبرات علماء آخرين كثيرين ممن شاركوا فى مشروع مانهاتن . يقول روتبلات ،

> يتزايد ما ينتابنى من قلق حول دور العلم والتكنولوجيا فى كل من الحياة اليومية وكذلك فى مصير البشرية . يتهدد الخطر مستقبل الحضارة وصميم وجود النوع البشرى ، سواء كان ذلك مباشرة من خلال إنشاء قدرات عسكرية جديدة أو بطريقة غير مباشرة من خلال التوزيع غير المتساوى لفوائد التكنولوجيات الجديدة . يجب على العلماء أن يتحملوا المسئولية عن هذا الخطر وأن يتخذوا الخطوات من أجل إزالته. "يجب أن تصبح الاعتبارات الأخلاقية جزءا من روح

الجماعة فى العلماء" . (روتبلات ٢٠٠٠ ؛ الأقواس من عندى)

يضع الجمهور غير المتخصص العلماء فى مرتبة رفيعة جدا . تُجرى المؤسسة القومية للعلم (اللجنة القومية للعلم ٢٠٠٠) مسوحا كل عامين ، يحدث فيها على نحو ثابت أن نجد أن مرتبة العلماء هى بين أكثر مجموعة يثور الأعجاب بها - بما يعلو كثيرا على مرتبة الساسة . يتأسس إعجاب الجمهور بالعلماء ورغبته فى دعم العلم ، ليس فقط على اعتقاده بأن العلم سيفيد المجتمع ولكن ذلك يتأسس أيضا على أنه يمكن الوثوق فى أمانة العلماء فى إجراء وتسجيل البحوث .

عندما يعلن عن نتائج الأبحاث علماء من الواضح أن عندهم تضارب فى المصالح (كأن يكون هناك تضارب بين الشركات الداعمة لمجال أبحاثهم أو تضارب مصالح فى ملكية الشركات التى تتحو للاستفادة من أبحاثهم) ، فإن هذا الإعلان للنتائج يلقى شكا متزايدا ، أويلقى ماهو اسوأ من الشك ، من وسائل الاعلام ، وبين ممثلى الحكومة ، ومن الجمهور . وقد اصبحت هذه المشكلة حاليا أكبر بأى حال من كل ما سبق وذلك بسبب زيادة توثق العلاقات بين الصناعة والجامعة والتسويق التجارى السريع للعلم . وقد حدث خلال العقدين الأخيرين نمو اقتصادى سريع فى اقتصاد الولايات المتحدة قادته فى الكثير منه التطورات التكنولوجية التى عززتها قدرة العلماء على أن يسهموا اسهاما أكبر فى التسويق التجارى لأبحاثهم ، ابتداء من القيام بدور الحضّانات فى حرم الجامعات ثم القيام بانشاء شركات تدير عجلتها أبحاث الجامعة ووصولا إلى المشاريع المشتركة بين الجامعات والمعامل القومية والصناعة . وقد جعل هذا كله من الولايات المتحدة دولة قائدة من حيث نقل استثماراتها فى البحث من المعامل إلى ساحة السوق . إلا أن هذه البيئة الجديدة تتطلب من الجماعة العلمية أن تكون أكثر تيقظا من أى وقت مضى

فيما يتعلق بالتمسك بأكثر المعايير صرامة فى السلوك الأخلاقى ، وأن يكـون ذلك بطرائق واضحة ومقنعة للجمهور .

ويساوى ذلك أهمية ، إن لم يكن أهم ، أن المشروع العلمـى نفسـه لا يمكن ان يقوم بوظيفته دون أساس أخلاقى قوى . فقيادة العلم وتقـدم المعرفـة أمران مبنيان على الافتراض الأساسى بأن الابحـاث يتـم اجراؤهـا وتسـجيلها بأمانة ، بكل ما فيها من أوجـه عيب وعـدم يقيـن ، وأن هنـاك التزامـا يسـود الجماعة بأننا نلتمس الحقيقة بأفضل ما يمكننا فهمهـا ، وذلـك بصـرف النظـر عما يترتب على ذلك من نتائج .

كتـب جـاكوب برونوسكى فـى كتـاب عنوانـه "العلـم والقيـم البشـرية (برونوسكى ١٩٦٥) ، ليقول " الحقيقة هى الدافـع الموجـود فـى المركـز مـن العلم . يجب أن يتصف العلم باعتياده للحقيقة ، ليس بواسطة الدوجما ، وإنمـا بواسطة العملية العلمية" – ومعنى ذلك ان الحقيقـة يجـب علـى نحـو لا يمكـن تجنبه أن تصبح منسوجة فى الصميم من قماشة العلم . والتمسك بهذا القـانون وتمريره إلى الطلبة ، يعد إحدى أهم مسئوليات العلماء .

من اللازم أن يشارك العلماء فى تعليم العلم

النقطة الثانية المهمة عندى تتعلق بمسئولية العلماء فى المساعدة على تعزيز جودة تعليم العلم ، بما يؤمل معه بالتالى إرسـاء تكويـن جمـاهير أكـثر تعلما من الناحية العلمية ، وهذه النقطـة بدورهـا ليسـت خلافيـة ولكنهـا أيضـا تستحق تأكيدا مستمرا . وجود جمهور متعلم علميا أمـر مفيـد فـى تقـدم العلـم وفى أنه يساعد على التيقن من أن تكون نتائج العلم نافعـة للمجتمـع . وبـدون وجود لتعليم علمى جيد ينتشر إلى كل أجزاء الجماهير ، سيكون من الصعـب جدا التوصل ولو حتى إلى مستوى معتدل من تعلم العلم .

وأنا اعنى بتعلم العلم امتلاك المعرفة الأساسية بمبادئ وحقائق العلم وفهم أولى للعملية العلمية . يتبين من المسوح التى تجريها المؤسسة القومية للعلم كل سنتين على الفهم الجماهيرى للعلم أن هناك تشابها مذهلا لما تبدو عليه هذه المشكلة ، إبتداء من الولايات المتحدة ووصولا إلى اوروبا واليابان. ونجد فى كل هذه المجتمعات، فيما عدا فروق بسيطة ، ان المستوى العام لمعرفة أساسيات العلم غير واف بدرجة يرثى لها . وتقع على العلماء مسئولية المساعدة فى تناول هذه المشكلة وذلك بسبب أهميتها للمجتمع ككل (ذلك أنه وقد أخذ العلم والتكنولوجيا يتخللان العالم على نحو متزايد، فإن المواطنين فى كل الدول سيحتاجون إلى أن يحوزوا بعض الإدراك والفهم الأساسيين للتكنولوجيا) وكذلك أيضا لأن معالجة هذه القضية أمر مهم لصحة المشروع العلمى.

يطالب الأفراد والجماعات المنظّمة مطالبة متزايدة بأن يسهموا فى اتخاذ القرارات العلمية والتقنية فى قضايا مثل مايلزم استخدامه من الأشكال الملائمة من الطاقة ، وتغير المناخ الكوكبى ، واستخدام خلايا الجذع فى الأبحاث ، وما إلى ذلك. وعندما يكون هؤلاء الأفراد والجماعات متعلمين من الوجهة العلمية والتقنية فان مساهمتهم يمكن أن تكون أمرا صحيا للمجتمع . واذا لم يكونوا كذلك ، فإنه يمكن أن تنشأ مشاكل خطيرة بالنسبة للمجتمع والعلم . فتعلم العلم أمر مهم .

عندما يكون الجمهور متعلما ومتنورا بالمعلومات علميا سوف يستطيع أن يقدّر على نحو أفضل تعقد القضايا العلمية والتكنولوجية ، وسوف يقل احتمال أن يكون الجمهور ضحية للديماجوجية السياسية ، ويرجُح احتمال اسهام الجمهور فى العملية المدنية والسياسية حيث تتشابك القضايا العلمية وقضايا السياسة الجماهيرية . وبالإضافة ، سنجد أن الجمهور المتنور علميا يؤمن أكبر كثيرا من الجمهور العام بأن "نتائج البحث العلمى تفيد البشرية

أكثر مما تضرها" (اللجنة القومية للعلم ٢٠٠٠). وأخيرا فإن الجمهور المتعلم علميا يكون من الأرجح أنه سيعطى صوته فى صالح البرامج والسياسات (أى التمويل ، الخ) التى تدعم العلم وتؤدى إلى تقدمه . فهذا القطاع من الجمهور يدعم التمويل العام للأبحاث العلمية أكثر من الجماهير غير المتنورة (اللجنة القومية للعلم ٢٠٠٠) .

ما الذى يمكن لنا أن نتوقعه على نحو معقول من جمهور متعلم علميا بالنسبة لما يعرفه ولما يكون قادرا على فعله ؟ حسب معاييرى البسيطة أتوقع أن جمهورا كهذا سيكون جمهورا متشككا ، متسائلا وفضوليا . سيكون هدف تعلم العلم هو على الأقل أن نخفض إلى أدنى حد من نفوذ الديماجوجيين والدجالين ، وأن نقلل من "سرعة التصديق بسذاجة" . كتب الرياضى والفيلسوف و. ك. كليفود فى كتاب "العلم والقيم البشرية" (برونوسكى ١٩٦٥). فقال ، " لايقتصر الخطر على المجتمع على أنه سوف يؤمن بأشياء خطأ ، وإن كان فى هذا خطر عظيم بما يكفى ؛ إلا أن الخطر أيضا هو أن يصبح المجتمع سريع التصديق بسذاجة " - بمعنى أنه سيصدق تقريبا أى شئ.

ومن المهم فى هذا الاعتبار أن يتحمل العلماء مسئولية العمل على تفسير العلم للجمهور بلغة ومصطلحات يستطيع الجمهور فهمها . (وآمل هنا أن يعذرنى القارئ إذ أقدم له فكاهة من نوع فكاهات ليون ليدرمان . طُلب من أحد العلماء فى محاضرة له للجمهور العام أن يتفضل بتفسير نتائجه بلغة غير المتخصصين ، فقال " أخشى أنى لا أعرف شيئا من لغة غير المتخصصين".)

من اللازم أن يجذب العلم جمهورا متنوعا

اسمحوا لى أخيرا بأن أتناول نقطتى الأولى وهى أن صحة العلم وحيويته يعتمدان على جذب الصميم من أفضل عقول الناس من كل

الخلفيات، والثقافات ، والجماعات الإثنية والعرقية . فالعلم على نحو متأصل جهد من التعدد الثقافي . ولايقتصر وجود القدرة العلمية ، والاهتمام العلمى ، والعبقرية على جماعات معينة عرقية أو إثنية أو ثقافية . وإنما تبين الأدلة التاريخية أن الإنجازات العلمية هى والإسهامات ذات القيمة قد أداها أفراد من مدى بالغ الاتساع من حيث تنوع الخلفيات الثقافية والإثنية. وكمثل ، نجد أن جوائز نوبل فى الفيزياء قد مُنحت خلال السنوات الثلاثين الأخيرة لعلماء لهم تراث فرنسى ، وياباني ، ودانمركي ، وروسى ، وباكستانى ، وهندى ، وايطالى ، وألمانى وسويسرى ، وصينى ، وهولندى ، وبريطانى ، "وأمريكى" ، وهذا يشمل عمليا كل أصول الأمم . وسنجد هذا النمط نفسه فى المجالات العلمية الأخرى.

وبالإضافة فإن العلم ، على الأقل فى الولايات المتحدة ، لايجذب عددا كافيا من طلبة الدراسات العليا بالولايات المتحدة . وحتى نحافظ على مستوى الاسهام العلمى اللازم لصحة وحيوية المشروع العلمى ، سيكون علينا ، على الأقل فى الولايات المتحدة ، أن نمد اليد لجلب أفراد لهذا المجال من الجماعات التى سبق أن أُبخس تمثيلها فى بلدنا .

ربما يوجد حتى سبب أهم لعملية الإدماج ، وهو أن العلم يزداد ثراء بأن يكون فيه أفراد من خلفيات مختلفة ثقافيا وإثنيا لأنهم يجلبون للمشروع العلمى وجهات نظر مختلفة . كما أنهم أيضا قد يبصرون الظواهر الفيزيائية من خلال عدسات مختلفة، وبالتالى يثرون ويوسعون من الطريقة التى نفسر بها الكون الفيزيقى ونفهمه .

يمدنا البروفيسور ريتشارد نيسبت بجامعة ميتشيجان ببعض أدلة على أن الأفراد الذين ينتمون لثقافات مختلفة يحدث بالفعل أن يروا الظواهر الفيزيائية ويفهمونها ويفسرونها بطريقة مختلفة . أجرى البروفيسور نيسبت وزملاؤه أبحاثا مستفيضة عن الطريقة التى يصل بها أفراد لهم تراث مختلف

ثقافيا وإثنيا إلى انشاء واستخدام 'عمليات إدراكية' - كيف يفكرون فى المشاكل ويتخيرون الأدلة ويصلون إلى الاستنتاجات . يطرح نيسبت قدرا كبيرا من الأدلة على أن " ثمة عمليات إدراكية مختلفة تماما تستحضرها الجماعات المختلفة [عند] تعاملها مع المشكلة نفسها" (ريتشارد نيسبت ، اتصال شخصى ، جارى إعداد المخطوطة).

يعمل البروفيسور جيرالد هولتون الفيزيائى والمؤرخ العلمى فى جامعة هارفارد ، وهو لا يؤيد الرأى بأن الأفراد من الثقافات المختلفة يبصرون الكون "من خلال عدسات مختلفة" ، ولكنه يؤيد بقوة أن يتم بنشاط إدماج أفراد من كل الجماعات فى المشروع العلمى . وقد كتب لى فى اتصال شخصى ليقول ، "يكاد [يكون] مما لايمكن تجنبه أننا قد نستحوذ على تبصر جديد أو غير معتاد فى فهم الكون من الأفراد الذين تكون لديهم خبرات مختلفة بالحياة ويأتون من ثقافات مختلفة ، وذلك ببساطة لأنه كلما اتسع مستودع الأفراد المدربين جيدا والذين يجهدون فى العمل ، زاد احتمال التبصرات الجديدة وغير المعتادة . وبهذا المعنى ، فإن استبعاد العلماء المحتملين "لهو جريمة ضد نفس روح الجماعة فى العلم" (جيرالد هولتون ، اتصال شخصى ؛ الأقواس من عندى) .

كذلك أيضا فإن دمج أفراد من خلفيات متباينة ومختلفة قد يخفف من الاستخدامات الضارة للعلم . سنجد أن الأضرار التى تترتب على تطبيق الابحاث العلمية تكون من الوجهة العملية دائما غير مقصودة وغير متوقعة ، على الأقل بالنسبة للجماعة العلمية (وذلك بإستثناء أبحاث الأسلحة) . فهذه التطبيقات كثيرا ما تكون نتيجة عدم الاحساس ، أو الجهل، أو غلظة القلب تجاه من يتأثر بها من أقوام. ويمكن للمرء أن يحاج بأن هذه النتائج الضارة يمكن التخفيف منها لو كان العلماء من الثقافات والمجموعات والمناطق التى تتأثر بهذه الأبحاث يشكلون جزءا من جهود هذه الأبحاث والتطبيقات . وعلى

الأقل فإنه يبدو من المعقول أن مخاطر ما لا يتوقع من نتائج ستكون أقل عندما يتم هذا الادماج على نطاق واسع .

والخلاصة إذن ، اننا نجد بين المسئوليات الكثيرة للعلماء أن أقصاها أهمية هو الحفاظ على صحة وحيوية المشروع العلمى وتعزيزها . يعتمد الوصول إلى هذا الهدف على الدرجة التى يؤدى بها العلماء أربعة أمور على الأقل : (١) أن يجذبوا للعلم أفضل وألمع الأفراد من كل الثقافات والجماعات العرقية والإثنية، (٢) وان يسهموا فى تحسين جودة تعليم العلم وفى تعزيز تعلم العلم ، (٣) والإصرار على اتباع سلوك واضح أخلاقى فى إجراء العلم، (٤) والتيقن بأحسن ما يمكن من ان نتائج العلم تفيد البشرية بدلا من أن تضر بها.[١]

وعيد ميلاد سعيد ، أى ليون !

هامش

١ - تأسس هذا المقال على ورقة بحث ألقيت فى ندوة "عن العلم والتكنولوجيا والمجتمع فى القرن الحادى والعشرين" ، سانتاندر ، أسبانيا ، سبتمبر ٢٠٠٠.

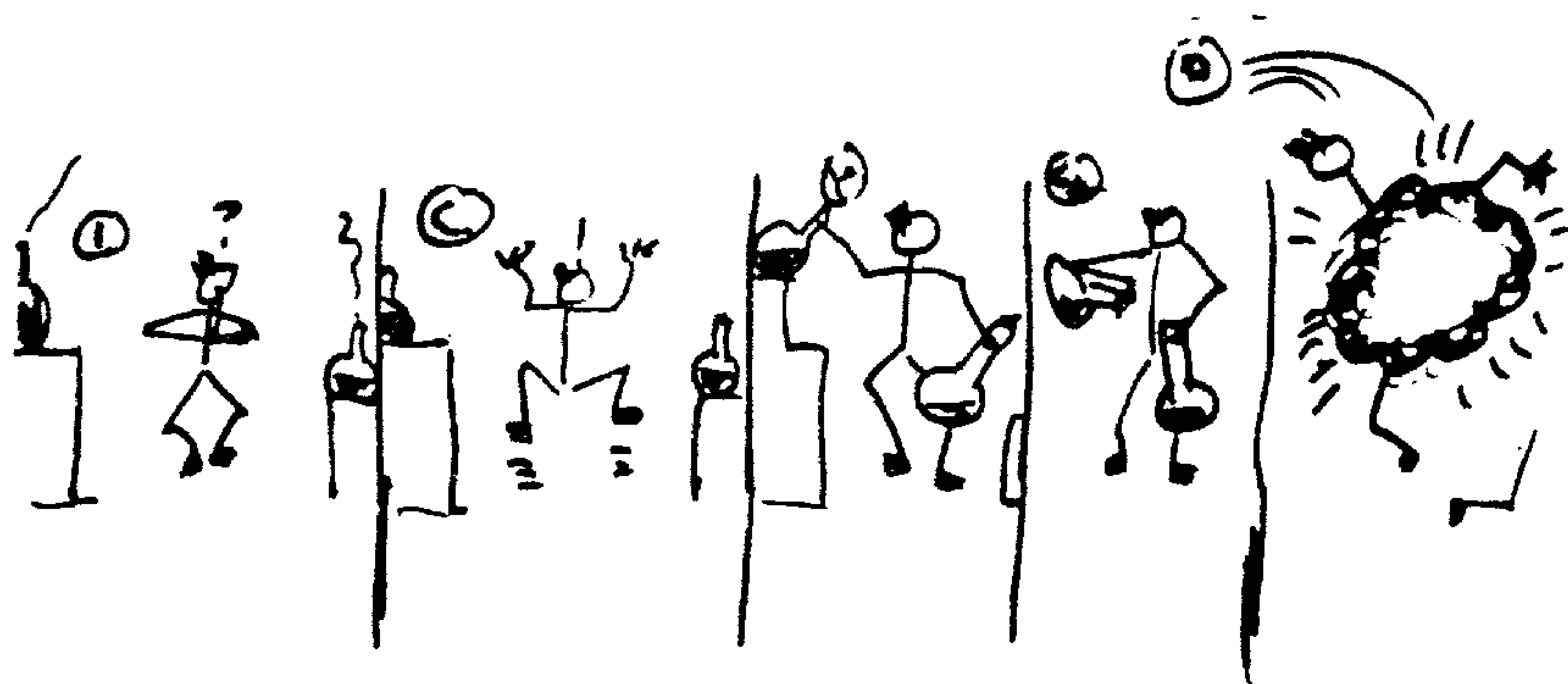
المراجع

Bronowski, Jacob. Science and Human Values. Rev. ed. New York: Harper and Row Publishers, 1965.

National Science Board. Science and Engieneering Indicators. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Offoce, 2000.

Rotblat, Joseph. “Taking Responsibility.” Science 289 (2000):729.

فى ١٦٠٠ ، كتب فرانسيس بيكون عن أهمية تفهم الناس العاديين لتقدم العلم. وقال عن ذلك فى ١٦٠٠ أن "هذا سيكون مفيدا" ، وفى ٢٠٠٠ ، فى قرن يتفجر فعلا بالتكنولوجيا المؤسسة على العلم أعتقد أن هذا ضرورى ضرورة مطلقة ليبقى المجتمع الديمقراطى حيا !



الجزء الخامس

ما بعد المدارس

فك غموض العلم

في السياسة الجماهيرية

تعلم العلم
وخيارات المجتمع(*)

"البحث هو فضول أُضفي له شكل.
إنه تنقيب وتفحص لهما هدف."
زورا نيل هيرستون،
فى كتاب "مسار الغبار فوق طريق"، ١٩٤٢

ماى سى . جميسون

الولايات المتحدة أثرى دولة فى تاريخ العالم ، ونحن حاليا نعيش بالذات فى أكثر العهود ثراء . وعلى الرغم من أنه ينبغى دائما على كل المجتمعات ان تكون واعية لما تشكله من تراث تاريخى ، إلا أننا فى لحظات كهذه ، ونحن كدولة على درجة خارقة من الثراء المادى ومتحررين نسبيا من الحرب والحاجة الاقتصادية، سنجد أنها أكثر اللحظات ملائمة لإنجاز أفعال تكون ذات أهمية دائمة للجنس البشرى.

يصطبغ تقييم التاريخ للمجتمعات الماضية حسب انجازاتها فى العلم والهندسة ومدى ما حسنته من حال البشرية . والمجتمعات التى لم تضف إلى الفهم الأساسى عند البشر يكون الحديث عنها أقل كثيرا. وهكذا فإن ما سبق من انجازات الولايات المتحدة فى الأبحاث الأساسية العلمية والهندسية لهى مصدر رئيسى للفخر القومى، بما يماثل أوجه تقدمنا فى الحرية السياسية ، والقوة الصناعية والعسكرية، والرفاه المادى. إلا أنه ظهرت فى العقد الأخير نزعة تثير القلق تنحو إلى إهمال عائد المستقبل من أجل مكاسب على المدى القصير .

وهذه النزعة إلى التماس الإجابات والمكاسب العاجلة تكون أخطر ما يكون فيما يتعلق بتعليم المجتمع . خاصة مع ما يحدث من فشلنا فى أن نضمن على المدى الطويل تعليم العلم لأطفالنا ، وللجمهور العام ، ولقادتنا .

(*) هذا المقال مستقى من ورقة بيضاء عن "رؤية للمستقبل " بمعنى تعليم العلم والهندسة فى المستقبل، وقد نشر المقال بواسطة معهد جميسون - كلية دارتماوث .

أهمية الأبحاث
العلمية والهندسية

حدث خلال كل التاريخ أن تشكل التقدم البشرى ، ودُفع أماما، أو أعيق حسب فهمنا للعالم من حولنا وتطبيق معرفتنا هذه لخلق أدوات لإنجاز أهداف المجتمع ، سواء تعينت هذه الأهداف أو لم تتعين . وابتداء من أول نجاح لنا فى إشعال النار بطريقة مضمونة حتى إرساء نظم جُعلت بأشكال ومعايير لمقايضة وتجارة البضائع والخدمات (النقود والضرائب والمؤسسات المالية) ؛ وابتداء مما كان لنا من مفاهيم عن أن الأمراض تؤثر فى انسياب الطاقة فى الجسد ووضع اللبخ على الجروح حتى وصلنا إلى استخدام التصوير بالرنين المغناطيسى لدراسة "تفكير" المخ ؛ وابتداء من شحذ الصخور إلى رمح مسنون حتى الوصول إلى تثبيت وضع الجزيئات المفردة لخلق المحركات ، إبتداء ووصولا لكل هذا سنجد المرة بعد الأخرى أن ما يعيّن على نحو له معناه المجتمع الانسانى وتأثير البشر فى هذا العالم هو معرفتنا وفهمنا للعالم من حولنا وتطبيق هذا الفهم .

حدث خلال القرن الماضى ، وعبر عشرات الآلاف من الأعوام فى مسار التاريخ البشرى ، أن زادت بطريقة درامية قدراتنا على التأثير إيجابيا وسلبيا فى صميم وجودنا كنوع فوق هذا الكوكب. وحدث فى آخر أربعين سنه لاغير أن زاد بسرعة مذهلة تسبب الدوار معدل اكتسابنا للمعرفة وما ترتب عليه من تطبيقات لإنشاء الآلات . كما حدث المثل فيما يتعلق بقدرتنا على التأثير سلبا أو إيجابا فى حياة كل فرد فوق هذا الكوكب .

ولكن ما هو بالضبط التقدم العلمى والهندسى ؟ ليس من السهل أن نعّرف مفاهيم العلم والتقدم العلمى . وكثيرا ما يحدث للصحفيين ، والجمهور العام ، بل وحتى الكثير من العلماء ، أن يغفلوا حقيقة أن مصطلح ما هو "علمى" يعنى معانى مختلفة فى الأوقات المختلفة والسياقات المختلفة

وطريقة تعريف العلم هى دائما عملية اجتماعية فـى جزء منها . كذلك فـإن فهم عملية التقدم العلمى له بدوره تأثير خطير ليس فحسب فـى العلمـاء وإنمـا فى المجتمع ككل .

عّرف فرانسيس بيكون التقدم العلمى بأنـه التخلـص مـن أخطـاء الماضى المتراكمة ، أو "أوثان العقل" .

يحاول البحث العلمى مساعدتنا على فهم الكون من حولنـا ، وتـأثير تفاعلاتنـا معـه . ويتطلـب المنهج العلمـى الحديـث بصفـة عامـة أن تكـون المعلومـات التـى تضـاف إلـى قـاعدة معرفتنـا المتفق عليهـا معلومـات يمكـن ملاحظتها على نحو مستقل بواسطة أكثر من شخص واحد ، وأنها عند توافر نفس مجموعة الظـروف تكـون ممـا يمكـن تكـراره بثبـات . بعـد تحليـل هـذه الملاحظات ينطلق العلماء إلى إنشاء توصيفات (فروض) عن العالم يمكن لهـا أن تتنبأ بما ينتج عن أحد الأحـداث (النتيجـة) وكيـف يحـدث ذلـك (السـبب) . وبالتالى فإن التقـدم يحـدث فـى نوبـات ويبـدأ عنـد صنـع ملاحظـات جديـدة ، وإنشاء أدوات جديدة لاختبار النظريات ، واكتساب تبصرات جديدة .

واليوم ، ومع أن فهم العلم أمر خطير بالنسـبة لآلاف القـرارات التـى تتخـذ علـى كـل مسـتويات المجتمـع ، إلا أنـه لا يوجـد نسـبيا إلا قلـة مـن الأمريكيين تستوعب بالكامل فكرة المنهج العلمـى . ومـن الشـائع الخلـط بيـن اختبار الفروض اختبارا فعالا – وهذا جزء من افضل تقاليد العلم الحديـث – وبين اللايقين العلمى ، أو من الشائع الاعتقاد بأن إحدى النظريات تظـل "بـلا برهان" طالما أنه يمكن العثور على بعض علماء لايتفقون معا .

هكذا نجد فى المناقشات السياسـية أو الاقتصاديـة ، وعنـد النظـر فـى أمر سياسة البيئة أو الطاقـة أو نظـم الدفـاع الصـاروخى ، أن كـل واحـد من الجـانبين يعمـل نمطيـا علـى حشـد العلمـاء لدعـم حججـه . هـل يسـتطيع

الأمريكيون أن يرشّحوا العلم ليخلصوه من الإنحياز السياسي والفوائد الشخصية المالية ؟

لعل مستقبلنا كدولة ومجتمع يعتمد - أكثر مما ندرك - على فهمنا للمنهج العلمى كمسار مرن ، ورهيف ، يتطور باستمرار .

الكثير مما اكتسبناه من معرفة فى الولايات المتحدة خلال نصف القرن الأخير قد تم الحصول عليه باستخدام التمويل بمال عام تخصصه الحكومة للمشروعات والجامعات ، والباحثين ، والشركات، والأفراد . أدى التمويل العام للأبحاث فى أساسيات العلم والهندسة بالولايات المتحدة إلى وضع التصور ، والتصميم ، والتنفيذ الابتدائى لشبكة الأنترنت ؛ وإنشاء وإطلاق الأقمار الصناعية للاتصالات والطقس ؛ كما أدى من خلال البيوتكنولوجيا إلى تيسير إتاحة الإنسولين البشرى لمعالجة السكرى والاريثروبويتن لاستثارة نمو الخلايا الحمراء فى حالات الأنيميا الشديدة. وهذه الفوائد، وإن كانت قد أتيحت فحسب مؤخرا ، هى نتيجة مباشرة وغير مباشرة للأبحاث الأساسية التى مولها الجمهور منذ عشرين إلى ثلاثين سنة .

جعلت صناديق المال العام هذه الأبحاث متاحة - سواء كان ذلك على المستوى الفيدرالى أو مستوى الولاية أو المدينة أو المستوى المحلى ، كما أنها جُعلت متاحة بواسطة الأرباح الصناعية ، وقد جمعت هذه الأموال ليس فقط من الشركات والأعمال المالية ، وإنما جمعت أيضا من رجال ونساء يعملون يوميا فى كل المهام التى تجعل المجتمع يستمر فى دورانه - مدرسو المدارس الثانوية ، والمحامون، والأطباء ، والمعماريون ، ومساعدات الممرضات ، وسائقو التاكسى، وقائدو الطيارات ، وعمال مناجم الفحم ، ولاعبو البيسبول ، وأساتذة الانجليزية ، وجامعوا القمامة ، والموسيقيون، والعاملون بالتجميل ، وغاسلو الأطباق ، وشرطة المرور ، وغيرهم كثيرون.

قد لا يدرك دائمـا هؤلاء الأفراد من أعضـاء مجتمعنـا ككل الـدور الحيـوى الـذى تلعبـه الأبحـاث الأساسـية للعلـم والهندسـة فـى حيـاتهم. إلا أن الأفـراد الذيـن يخصصـون الأمـوال العامـة للأبحـاث ، وكذلـك أولئـك الذيـن يتلقونها ، تقع عليهم المسئولية الخطيرة لإدارة ذلك أخلاقيا لصالح المجتمـع . بمعنى أن قواد أبحاث العلم والهندسة هى وسياستها عليهم بقدر الإمكان التيقن مـن أن هـذه الأمـوال العامـة تعمـل علـى بنـاء أسـاس يسـاعد المجتمـع علـى الوصـول إلـى إمكاناتـه الكامنـة وتدعـم قـدرة المجتمـع علـى اختيـار أفضـل المسارات .

كتب دونالدستوكس "يجرى البحث بصنع الخيارات "(١) علـى أن الباحثين أنفسهم لا يصدرون كل هذه القرارات ، ولاحتى أغلبها .

لايجرى البحث إلا بدعم من المجتمع الأكبر . وإذا كان للعلماء حرية أن يتابع الواحد منهم مصالحه وأهواءه الخاصه به ، فإن السبب فـى هـذا هـو فحسب وجود حشد من الوكالات والكيانات - أقسام الجامعات ، ولجان تثبيت هيئـة التدريـس ، وتشـريعات الكونجـرس ، والاتحـادات التنفيذيـة ، وقـوى السوق، والبيروقراطية الحكومية ، واستراتيجيو الدفـاع ، ومجـالس المـدن ، ومجالس المدارس، ولجان التخطيط فى الولاية - وكلها تتبنـى بصمـت هـذه المصالح وتوفر الوسائل لاستمراها . وكثيرا ما يحـدث أن هـذه القـوى، حتـى بـدون إدراك لمـا تفعـل، تقـوم بدفـع وحـث ومداهنـة إجـراء الابحـاث العلميـة والهندسية فى هذا الاتجاه أو الآخر .

يعرف كل هذا بالحدس أولئك الأفراد من بيننا الذين يعتبرون أنفسـهم بـاحثين ، ولكـن حتـى هؤلاء ليسـوا ممـن يفكـرون دائمـا مـن خـلال هـذه التضمينات والأسئلة. هل ستقوم 'اليد الخفية' عند آدم سـميث بـدور المرشـد للهندسة الوراثية بنفس الكفاءة التى يفترض بها أنها ترشد الاقتصـاد الأكـبر ؟ هـل جُهـز "ممثلـو الشـعب" تجهيزا يهيئهـم لتقييـم أهميـة نظريـة الأوتـار فـى

الفيزياء ؟ هل تستطيع مجالس المدارس المحلية أن تفرض حقائق البيولوجيا الحديثة ؟ هل تتوافق المبادئ الديمقراطية مع أجراء أبحاث حرة بلا عائق فى طبيعة الكون ؟ كيف يؤثر البحث العلمي فى التقدم التكنولوجى ، وبأى طريقة يفيد التقدم التكنولوجى المجتمع ؟

وأخيرا ، هل يمكن الاجابة عن الأسئلة التى فى صالح المجتمع ، أوحتى أن تُطرح ، قبل أن يكون العلم والبحث التكنولوجى قد انتقلا إلى وضع جديد يتجاوزها؟ لن يحدث أى من هذا إلا إذا ضمن مجتمعنا الانتشار الواسع الشامل لتعلم العلم .

الثغرات والعقبات التعليمية

يُعد التعلم الشامل للعلم فى هذا القرن أحد مطالب ديمقراطية الاسهام المشترك الحقة . وتعلم العلم لا يعنى ولا يتطلب ، القدرة على حل المعادلات الخطية أو سرد تركيب النيوكليوتيدات فى دنا ، أو شرح نظريات الاحتراق . و الأحرى أنه يعنى مستوى الخط القاعدى من المعرفة والمهارات الذى يتيح لخريج المدرسة الثانويه أن يقرأ صحيفة يومية بما فيها من معلومات عن العناية بالصحة ، وعن البيئة ، وأجهزة الكمبيوتر الجديدة ، وأن يفهم ما يعنيه ذلك بالنسبة له نفسه ولأسرته ومجتمعه. وليس هذا بالتوقع غير المعقول فى ٢٠٠٢ ، ولكنه مازال غير مستوفَى حاليا فى الولايات المتحدة .

ماهو المنظر العام الحالى وما هى العقبات فى التوصل إلى انجاز تعلم العلم؟

يحصل طلبة المدارس الابتدائية والثانوية بصورة دائمة على درجات أقل من المتوسط الدولى للبلاد المصنّعة . ويهبط عدد طلبة الولايات المتحدة الذين يلتحقون بفصول وبرامج التعليم العالى للعلم والهندسة . وينحرف الميزان فى تغطية إعلام الولايات المتحدة للظواهر المتعلقة بالعلم

والتكنولوجيا وأوجه تقدمهما ليسيطر عليه الإتجاه إلى الكوارث والعلم الزائف والظاهرات النفسيه الثانوية (الدوائر المرسومة فى حقول المحاصيل ، والأطباق الطائرة والأشباح، وما إلى ذلك) ونادرا ما يتعامل الإعلام مع معلومات من العلم الأساسى بأى تفاصيل .

"يُظهر نظام التعليم العام بأمريكا ضعفا فى العلم والرياضيات على مستوى المدرسة الثانوية " . وقد تم النشر على نطاق واسع عن وجود ثغرة فى المعرفة العلمية والرياضية بين طلبة الولايات المتحدة وأقرانهم فى الاقتصاديات المنافسة ، ولكن الأمر يستحق أن نكرر قوله ثانية هنا . على الرغم من أن الاحصاءات تظهر بعض التحسن منذ سبعينيات القرن العشرين، وأن الطلبة الأصغر سنا تصل درجاتهم إلى ما يعلو عن المعايير الدولية ، إلا أن طلبة الولايات المتحدة فى السنة النهائية للتعليم الثانوى تكون درجاتهم أقل بما له قدره عن المتوسط الدولى فى تقييمات العلم العام والرياضيات . أما ما يثير قلقا أكثر ، فهو أداء طلبة المستوى العلمى الرفيع فى الصف الثانى عشر فى منتصف تسعينيات القرن العشرين ، فقد كان أقل من مستوى ستة عشر قطرا فى التقييمات القياسية للفيزياء وأقل فى المستوى الرفيع للرياضيات من أحد عشر قطرا بين ستة عشر بلد.[٢] وتبين الدراسات على نحو مستمر أن الكثيرين من طلبة الولايات المتحدة تُدرس لهم الرياضيات والعلم على يد مدرسين لم يحصلوا على درجات علمية فى هذه المواضيع . وهناك الكثيرين من مدرسى المدارس الابتدائية لم يلتحقوا مطلقا بأى فصل دراسى للعلم على مستوى الكليات .

تطرح هذه البيانات أنه بحلول الوقت الذى يتخرج فيه الشباب الأمريكى من المدرسة الثانوية ، تكون الأغلبية العظمى منهم ضائعة بالفعل بالنسبة لاتخاذها مستقبل مهنى فى العلم والهندسة . ونجد أيضا أنه على مستوى الكليات قد انحدرت منذ السبعينيات الفكرة بضرورة أن يكون هناك

تأسيس متين للعلم كضرورة للتعليم الجيد الصقل . وأصبح مما يتزايد وجوده أنه حتى المقررات التمهيدية للعلم لطلبة الجامعة تقتصر على أن تكون مجال الدراسة فقط لمن يدرسون العلم كمادة رئيسية .

ينخفض الآن التحاق طلبة الولايات المتحدة "ببرامج العلم والهندسة ". أصبحت المجموعات الاجتماعية التى كانت تاريخيا توفر اصحاب الموهبة للعلم والهندسة الأمريكيين ، لا تفى بعد بالطلب . وكان علم وهندسة الولايات المتحدة فيما بعد الحرب العالمية الثانية يعدان ناديا يتألف أعضاؤه من ذكور بيض ولدوا محليا وممن ينتمون للطبقة المتوسطة كما يتألف من عدد أصغر من الذكور من مهاجرى غرب أوروبا . وعلى الرغم من أنه قد حدث فى العقود الأخيرة زيادة فى عدد الطلبة الذين يلتحقون ببرامج الحصول على الدكتوراه فى العلم والهندسة فى الجامعات الأمريكية ، إلا أن أغلبية الزيادة يمكن إرجاعها إلى من يلتحقون بهذه البرامج من الطلبة الأجانب . ونجد أنه من بين الطلبة الأجانب الذين يتلقون دكتوراه الفلسفة فى العلم والهندسة هناك فقط ٥٣ فى المائة منهم يبقوا موظفين فى الولايات المتحدة بعد خمس سنين من تخرجهم.[٣]

حدثت زيادة هائلة فى الفرص المتاحة للنساء والأقليات بالنسبة للعلم والهندسة الأمريكيين وذلك منذ سبعينيات القرن العشرين. وتُعد الولايات المتحدة من البلاد الرائدة فى العالم فيما يتعلق بنسبة درجات العلم والهندسة التى تنالها النساء (بحلول ١٩٩٦ كان النساء قد نلن ٤٦ فى المائة من الدرجات العلمية فى العلوم الرياضية و ٤٧ فى المائة من الدرجات فى العلوم الطبيعية) [٤] إلا أن الكيان الأمريكى للعلم والهندسة قد بدأ الآن فحسب يقر بهذه التغييرات .

وكما يستنتج احد المعلقين ، فإنه بدخول النساء والأفراد الملونين فى مهن العلم والهندسة سيصبح التغيير هو سنة النظام حاليا. "سيكون من اللازم

أن يحدث تغيير مواكب فى مجالات كثيرة، بما فى ذلك مفاهيم المعرفة وأوليات البحث ، والعلاقات العائلية ، والمواقف بالنسبة للمدارس وما قبل المدارس ، وبنى الجامعات ، والممارسات فى حجرات الدراسة ، والعلاقة بين الحياة المنزلية والمهنة ، والعلاقة بين ثقافتنا وثقافة الآخرين ".(٥)

يجب أن يكون تناول مشكلة التعليم العالى مصاحبا لتناول التعليم الابتدائى والثانوى . وتبدأ عملية التعليم قبل بدء التدريب العلمى الرسمى المهنى المؤسسة . هناك حاجة إلى تغييرات فى المناهج الأساسية للتعليم . على أنه يجب تنفيذ تحسينات أساسية على نطاق الأمة فى جودة التدريس والمناهج المدرسية فى العلم والرياضيات.

"ثمة ثغرات فى القوى العاملة تهدد قيادة الولايات المتحدة لمحاولات التكنولوجيا الرفيعة وقيادتها للصناعة" . تتألف القوى العاملة هنا ليس فحسب من المهندسين والعلماء وإنما أيضا من الفنيين، وأفراد خطوط التجميع ، ومطورى الانتاج . وانخفاض عدد من يلتحقون بالبرامج العلمية والهندسية هو والفشل فى تربية مواطنين متعلمين علميا أمور لايمكن أن يكون فيها ما يدعم إقامة اقتصاد فى الويات المتحدة يتأسس على المعرفة على نحو يتزايد أبدا.

تؤثر حالة تعليم العلم والهندسة فى الولايات المتحدة تأثيرا هائلا فى القدرة التنافسية للدولة ، وفى تنامى اقتصادها ، وفى حيوتها عموما . ونحن لو تجاهلنا دلالات ما يجرى الآن قوميا من نزعات فى تعلم العلم والهندسة فإن هذا يعنى أننا نتجاهل خطرا داهما يهدد الأمة ككل .

"يبدو فى الولايات المتحدة أن هناك أيضا (ثغرة فى تعليم العلم) تتصف بأنها أكثر خفاء - ويمكن تسميتها بأنها [تجاهل العلم فى الحياة اليومية]" . وعلى الرغم من حقيقة أن الأمريكيين يفخرون بتاريخهم وتقدمهم

العلمي والتكنولوجي ، وعلى الرغم من تزايد التأكيد على التكنولوجيا والتقدم المستمر في تجديد التعليم التكنولوجي، إلا أنه يبدو أن الأمريكيين غير واعين إلى حد كبير بالعلم الذى يوجد فى الأساس من مجتمعهم ، وحياتهم المهنية ، وحياتهم المنزلية ، ناهيك عن تأثيرات العلم فـى السياسيات القومية والنشاط الاقتصادى . ويحدث فى وعى الجمهور الأمريكى بـالعلم والهندسة تضارب مباشر مع ما للعلم والهندسة من أهمية فى حياة الأمريكيين وأسلوب حياتهم.

تطرح الاستطلاعات القومية ان نصف أفراد الجمهور الأمريكى ، أو ما يقل عن النصف ، هم فقط الذين يفهمون الحقائق والمفاهيم العلمية الرئيسية ، مثل فهم أن الالكترونات أصغر من الذرات ، وأن المضادات الحيوية لا تقتل الفيروسات ، وأن أشعة الليزر لا تعمل بتركيز الموجات الصوتية ، وأن الأرض تستغرق سنة واحدة لتدور حول الشمس – وهذا على الرغم حتى من أن هذه المفاهيم تقع فـى الأساس من أنشطة الحياة اليومية الطبيعية فى مجتمعنا . وحتى وقت قريب يصل إلى أواخر تسعينيات القرن العشرين لم يستطع إلا ١٦ فى المائة فقط من الأمريكيين أن يعّرفوا ما تكونه الانترنت .(٦)

بل ان التفحص السريع لوسائل الإعلام يبين حتى أن الاثارة والعلم الزائف تسود فوق أى اهتمام جدى بـالبحث والنقاش العلمى حول القضايا الخطيرة المتعلقة بالعلم . تُكتب فـى الصحف الأمريكية أعمدة يومية عن التنجيم ، أما تغطية أوجه التقدم فـى علم الفلك فتكتب غالبا فـى الصفحات الخلفية من الملاحق الأسبوعية حتى وإن كانت تغطية فـى "الصحف اليومية ذات السجل".

ينال معظم الأمريكيين الأخبار عن العلم العام والعلم الخاص معا عن طريق التليفزيون إلا ان الكثير من التغطيات "العلمية " فى شبكات التليفزيون الأمريكية تُكرس فـى الواقع للمنازل المسكونة بالأشباح ، والإدراك بغير

الحواس ، والجريمة ، والاختطاف الذى يقوم بـه مخلوقات من خارج الأرض، والدوائر المرسومة فى حقول المحاصيل ، والأطباق الطائرة . وعلى الرغم من أن هناك أحيانا علماء حقيقيين يظهرون فى هذا البرامج ، إلا أن تلك الشبكات التى يُزعم أنها علمية نادرا ما يحدث أن تُخضع هذه الحكايات للاستدلال العلمى الفعال - أو حتى للمعايير الصحفية الصارمة ، وذلك باستثناء حالات علم الطب الشرعى .

تتبّع " مركز بيو لأبحاث الناس والصحافة " مسار" الحكايات الجديدة التى توبعت أقصى متابعة دقيقة فى الولايات المتحدة " وكان فيها " على الأقل بعض علاقة بالعلم والطب" . ووجد أن الحكايات العشر الأكثر متابعة منذ ثمانينيات القرن العشرين تشمل تسع حكايات تتضمن كوارث من صنع الانسان أو الطبيعة (انفجار المكوك "تشالنجر" ، وإعصار أندرو ، وكارثة تشيرنوبل ، وزلازل كاليفورنيا، وأحداث مماثلة) . كما وجد أنه من بين الخمس عشرة دراسة التى راجت أكثر من غيرها تختص عشرة منها بتأثيرات الطقس.(٧)

ومما يدعو للنقاش أن هناك مواضيع أكثر أهمية كان لها مرتبة أقل كثيرا فى قائمة بيو لأروج تسع وثلاثين حكاية علمية ، ومن ذلك : "النقاش حول سياسة الولايات المتحدة المتعلقة بالاحترار الكوكبى"(٣٥) ، أو "اكتشاف أدلة علمية عن بدايات الكون" (٣٦) ، و"استنساخ العلماء للفئران فى هاواى"(٣٩) .

ويغيب غيابا كاملا عن قائمة بيو التى تحوى ٦٨٩ من الحكايات التى توبعت متابعة دقيقة ، أى حكاية تتضمن أوجه التقدم فى علم الكمبيوتر (بما فى ذلك الإنترنت) ، وأو تأثير العلم فى التكنولوجيا واقتصاد الولايات المتحدة، أو تطور الانسان ، أو الدراسة العلمية لتأثيرات المخدرات ، أو

الأنواع التى يتهددها الخطر، أو الرياضيات ، أو المحاصيل المعدلة وراثيا ، أو دراسة سلوك الانسان.[٨]

على الرغم من أن الأمريكيين يحترمون العلم احتراما رفيعا، ومن أن أربعة من بين كل خمسة أمريكيين يوافقون على أن تشجيع ألمع الشباب على الدخول فى مهن علمية أمر ينبغى أن يكون على رأس أولويات الأمة[٩]، إلا أن التصور الشعبى عن العلم والعلماء ، وأولئك الذين يعملون بالتكنولوجيا يرسم لهم صورة مختلفة تماما. فاتخاذ مهنة علمية أمر يُحَس بأنه صعب ، وغامض ، وغير مجز ماليا . والبحث العلمي يُجعل بحيث يبدو وكأنه أمر يقتصر على جماعة ضئيلة من أفراد شواذ نوعا وغير اجتماعيين على نحو ما . ويُحكم على الفهم الحقيقى للعلم بأنه أمر لا علاقة له بالحياة اليومية فى حين يرّوج لدراسة الظواهر النفسية الثانوية مثل الأطباق الطائرة، ورؤى الوسطاء الروحيين ، والأرواح الشريرة ، ترويجا لا يكل بواسطة وسائل الاعلام القومية ، أو المحلية ، أو فى المنطقة .

ولاشك أن هذا الجهل بالعلم والتكنولوجيا بين الناخبين يُترجم إلى نقص فى الاهتمام عند ممثليهم المنتخَبين فى واشنطن - وهؤلاء يُعدون بعضا من اهم رعاة العلم فى أمريكا . وهذا بدوره يعيّن المخاطر التى تواجه مستقبل أمريكا العلمى والتكنولوجى ، وإن كان يطرح أيضا وجود فرص لتجديد التعليم والتغيير .

حملة لتعلم العلم

ما الذى يمكن أن نفعله ؟ يجب إنشاء حملة فيدرالية لتعلم العلم . وينبغى أن تكون هذه الحملة بحيث لا يقتصر توجيهها على العمل فى تحسين تعليم العلم فى المدارس، وإنما تُوجه أيضا إلى العمل على أن يفهم الجمهور ويعى أهمية الدعم العلمى والتكنولوجى وكيف يجرى تنفيذه . وينبغى أن يمتد

ذلك ليصل إلى كل الحلقات فى المجتمع الأمريكى ويجعلنا جميعا واعين بمسئوليتنا الجماعية فى التيقن من أن التقدم البشرى سوف يستفيد من الاستثمارات الحكومية فى أبحاث العلم والهندسة . ومما يدعو للنقاش أن هذه الحملة ، التى تماثل الحرب على المخدرات ، سينتج عنها فوائد أعظم ، كما أن أهميتها من أجل التوصل للأمن القومى والكوكبى ، والديمقراطية الحقيقية، والتقدم البشرى تماثل إن لم تفق أهمية حربنا حاليا على الإرهاب التى أشعل شرارتها الهجوم على مركز التجارة العالمى والبنتاجون .

يمكن أن يكون للتمويل العام لأبحاث العلم والهندسة تأثير هائل فى تعليم العلم والهندسة على كل المستويات - فى التعليم الرسمى الابتدائى والثانوى والجامعى ، وبرامج الدراسات العليا . وكذلك التعليم غير الرسمى للجمهور العام . وهكذا فبالإضافة إلى تمويل مبادرات تعلم العلم التى تتأتى من مصادر تقليدية - مثل مجالس المدارس ووزارة التعليم - فإن تمويل أبحاث العلم والهندسة يمثل إمكانات لها قدرها فى دعم تعليم العلم . والحقيقة أنه ينبغى على أى هيئة تضع فى اعتبارها أمر التمويل العام لأبحاث العلم أن يقوم عملها على أساس فلسفى يعزز إيجاد تأثير إيجابى شامل طويل المدى فى التعليم .

تعليم العلم بفعالية يجب أن يبنى فى الطلبة الاهتمام والفضول بمجالات العلم والهندسة والتكنولوجيا وأن يعتنى بقدرتهم على هضم واستخدام المعلومات ، وليس فقط أن يبرهنوا على قدراتهم على ترديد الحقائق . ويجب تأكيد الاهتمام بتعليم مرحلة الحضانة - الصف ١٢ . فالطلبة يبدأون خلال صفوف الدراسة الأولية فى تنمية مهاراتهم الأساسية وفى تعلمهم للمبادئ الأساسية الأمر الذى سيتيح لهم أن يصيروا فنيى ومهندسى وعلماء المستقبل. ومرحلة المدرسة الابتدائية والثانوية هى أيضا المرحلة التى ينال فيها الجمهور غير المتخصص أكبر وأهم ممارساته

التعليمية للعلم. وينبغى منح اهتمام خاص للمشاريع التى تتضمن الممارسة العملية ، وطرائق التناول التجريبية والمبنية على أساس الاكتشاف ، وذلك بالنسبة للطلبة المناسبين فى العمر المستهدف .

ينبغى أن تساعد البرامج على حفز اهتمامات الأطفال وتوجيهها فى اتجاهات مستقبل مهنى علمى ، وأن تطرح صورا عن علماء من شتى الأنواع ، وتحرص على تجنب وضع العلم والمهن العلمية فى قوالب نمطية . وينبغى أن ترسّخ هذه البرامج نماذج إيجابية لأداء أدوار حقيقية فى مدى واسع التنوع من فروع المعرفة ، وذلك بالنسبة لتعليم مرحلة الحضانه – الصف ١٢. وهذا مهم بوجه خاص بالنسبة لأطفال الأقليات والإناث والأطفال الفقراء . وينبغى أن يوضع فى الاعتبار عند تخطيط أحد البرامج الحاجة لقياس تأثيره فى التعليم . وينبغى أن تتضمن النتائج التى ستقاس ليس فحسب أعداد وأنماط الطلبة المتأثرين وإنما تتضمن أيضا المعلومات المكتسبة، وإذا ما كان البرنامج قد حفز اهتماماتهم بالعلم والمجالات التقنية وما إذا كان هناك تعزيز لتفكيرهم النقدى ومهاراتهم فى حل المشاكل .

يجب استكشاف وتشجيع المشاركات طويلة المدى بين وكالات التمويل الحكومية ، والصناعة ، ومرحلة تعليم الحضانه– الصف ١٢. تستطيع الصناعة أن توفر خبرة عملية من الحياة الواقعية للتعليم فى مرحلة الحضانه–الصف ١٢ وأن تضيف فى نفس الوقت إلى الموارد اللازمة من المعدات ، والعمال المهرة ، والتمويل، الأمر الذى يدعم تعليم العلم والهندسة فى مرحلة الحضانه – الصف١٢. هناك شركات كثيرة لها بالفعل برامج مهمة فى هذه المجالات يمكن أن تفيد كنماذج وإمكانات بالنسبة لهذه المشاركات . ومن بعض أمثلة ذلك برامج مثل برنامج شركة باير (أداء العلم يعطى المعنى) ، ومشروع (جراد) لشركة تكنولوجيات لوسنت ، وبرنامج (علماء شركة كيماويات داو فى الفصل الدراسى) ، ورعاية شركة إنتل

لبرنامج (المنافسة الدولية فى العلم والبحث عن الموهبة) ، وبرنامج (إلفون) لشركة جنرال الكتريك ، وبرنامج ناسا لتدريب الطلبة المقيمين ، وبرامج(دوى) الصيفية. تبرهن هذه البرامج والكثير غيرها على الطريقة التى يمكن بها لمشاريع تتضمن علماء محترفين أن تشارك مع المدارس فى تعليم العلم بالممارسة العملية .

أحد الآثار الجانبية المهمة للمشاركة فى الأبحاث هى الرغبة فى المزيد من المعرفة . فالبشر لديهم عطش طبيعى لأن يتعلموا بشأن الكون . والأطفال بالذات يتوافر ذلك لديهم ، ولكنهم قد لا يكون لديهم مخارج مفيدة لذلك . وقد يحس البالغون وهم غارقون فى حياتهم وعملهم أن التعامل مع اهتمامات أطفالهم العلمية ذات المغزى أمر يتجاوز قدرتهم والأفضل أن يترك ذلك للمتخصصين . ينبغى أن توفر البرامج الفعالة للطلبة فى مرحلة الحضانة-الصف ١٢ الفرص والمخارج للإستفادة من فضولهم وطاقتهم فى استكشاف العالم من حولهم . وكمثل ، يمكن أن توفر لهم هذه الخبرات عن طريق إجراء استقصاءات ميدانية مع المهندسين الممارسين للعمل أو عن طريق المشاركة فى مشاريع تجميع المعلومات لقواعد البيانات القومية ، وكذلك عن طريق المعارض العلمية ، واللقاء مع العلماء .

ينبغى أن يؤدى التمويل العام إلى تيسير تعليم متين للعلم فى المناطق الجغرافية والتجمعات الديموجرافية التى ينقصها ذلك وبالتالى تكون أكثر حاجة له . وينبغى أن يكون من الأهداف الرئيسية لتمويل العلم المناطق غير النامية اقتصاديا التى لديها موارد محلية معدودة لتعزيز احتياجاتها وفرصها التعليمية . وينبغى فى الوقت نفسه أن تعنى المبادرات التعليمية القومية بوجود قوة عمل مدربة جيدا فى المناطق الجغرافية التى يوجد فيها حاليا نقص فى العمال المهرة وحيث لايمكن الايفاء بالاحتياجات فى المستقبل . ومع أهمية أبحاث العلم والهندسة والتدريب عليهما بالنسبة لكل المجتمع

الأمريكى ، إلا أن موارد البحث والتدريب ليست بأى حال موزعة جغرافيا توزيعا متساويا . والحقيقة أن الولايات الست التى يوجد فيها أعلى مستويات للإنفاق على البحث والتنمية (وهى كاليفورنيا وميتشيجان ، ونيويورك، ونيوجيرسى ، وماساتشوستس ، وتكساس) يرجع إليها ما يقرب من نصف الإنفاق الكلى فى الدولة على البحث والتنمية. (١٠) وتعانى هذه المناطق على نحو نمطى من نقص شديد فى العمالة الماهرة تقنيا فى الأوقات الاقتصادية الطيبة بينما تكافح المناطق الأخرى من البلد لخلق وجذب الأعمال ذات الأجور العالية فى الصناعات المتقدمة تكنولوجيا .

يُعتبر العمل على الاستحواذ على أفضل العقول فى الولايات المتحدة وتنميتها والحفاظ عليها ، لتعمل فى مجالات العلم والهندسة ، يعتبر من بين أهم الاعتبارات فى تمويل الأبحاث . ينبغى أن تُعنَى المبادرات القومية بحشد كل الطلبة والإبقاء عليهم فى مجال العلوم ، والتأكيد على ما للجماعات ، التى يقل تقليديا تمثيلها ، من أهمية فى العلوم . وينتج عن مساهمة هؤلاء الأفراد تنوع فى الأفكار يعظّم من فرصة التوصل لإنجازات فى البحث ، كى يوسع من دعم الجماهير ، ويزيد من عدد الأفراد الذين يدخلون فى النهاية فى هذه المجالات . فالتوصل إلى التنوع فى العلم ضرورة وليس "تأنقا" .

يجب أن نصل إلى فهم سبب ما يحدث من الإبقاء ، أو عدم الإبقاء ، على المجموعات قليلة التمثيل عند كل مستوى من التعليم والتدريب . سنجد أن الأطفال عبر كل طيف سكان الولايات المتحدة يتحمسون للعلم والهندسة ، كما أن البالغين يفهمون أهميتهما . ولكننا نجد عند كل مستوى تعليمى بالتتابع، أن المجموعات غير المضمنة تقليديا يتساقط أفرادها باعداد أكبر وأكبر . وكمثل ، فإن الإناث من طلبة الجامعات اللاتى يصلن إلى عتبة المسار الهندسى (إكمال ثلاثة من المقررات الهندسية المطلوبة) لا يكملن الحصول على الدرجة العلمية إلا بنسبة ٤٢ فى المائه مقارنة بنسبة ٦٢ فى

المائة عند الرجال. (١١) هذا النقص فى الإبقاء على الطالبات يُعد مشكلة مع تغير ديموجرافيات الأمة وانكماش المستودع الذى تسحب منه الولايات المتحدة تقليديا قوة عملها فى العلم والهندسة ، ليشكل بانكماشه نسبة مئوية صغيرة من قوة العمل .

ينبغى على كبار أعضاء هيئة التدريس بالكليات ، وهم المستفيدون الرئيسيون من الأبحاث الممولة ، أن يشاركوا فى العبء الرئيسى والمسئولية الرئيسية لتحسين مدى انجاز تعليم العلم . وسنجد أن الكثير من وكالات وبرامج التمويل تحتاج بالفعل إلى باحثين لطرح خطة لزيادة الوعى الجماهيرى ولزيادة إسهام المجموعات قليلة التمثيل . على أنه يبدو أن النظام الحالى يضع هذا العبء على عاتق صغار أعضاء هيئة التدريس وغيرهم ممن قد بدأوا بالكاد مستقبلهم المهنى كباحثين . وبالتالى ، فإنه ينبغى على هيئات التمويل العام أن تجد طريقة لأن تشجع ، بل إنها فى الحقيقة فى حاجة لأن تشجع ، أعضاء هيئة التدريس الأكبر مركزا والأكثر رسوخا ، حتى يحملوا عبء جزء مهم من هذا المدى فى الانجاز . ولا يقتصر الأمر على أن لديهم الوقت ولديهم الأمان الوظيفى ، وإنما يحدث كثيرا أن يكون لدى كبار هيئة التدريس التمويلات الإضافية الفوقية (overhead) وما يلزم مؤسسيا لجعل هذه البرامج واقعا حقيقيا .

ينبغى أن تكون البنية الفيزيقية للمنشآت العلمية ذات فعالية ، وأن تكون بأحدث طراز ، وقادرة على أن تدعم تدريب وتعليم حشد الأفراد المشاركين فى أبحاث وتنمية العلم والهندسة . ومازالت مدارس الولايات المتحدة التى تدرب الأغلبية العظمى من الفنيين العاملين بالعلم والهندسة ، والمهندسين المهنيين ، والباحثين العلميين ، ومازالت تقوم بذلك باستخدام معدات لاكفاءة لها وكثيرا ما يكون مما عفا زمنه . وعندما يدخل هؤلاء العاملون فى قوة العمل ، تكون فعاليتهم بمستوى يتطلب حلا إلى أن يتم لهم

تلقي تدريب تعويضي من صاحب العمل . من الضروري أن يكون من المتاح التوصل إلى أحدث طراز من المعامل والمعدات العلمية ، وألا يكون هذا بالنسبة لعلماء البحث وحدهم هم أنفسهم ، وإنما أيضا بالنسبة لمختلف فنيي المعامل ، والإداريين والموظفين الحكومين الذين سيقدرون التمويل ، ويدعمون مشاريع البحث .

كان هناك أثناء الحرب الباردة إدراك لما نحتاجه وجهد منسق يوجه لتحسين منشآت العلم والهندسة عبر الولايات المتحدة كلها . على أنه حدث خلال آخر خمسة عشر أو عشرين عام أنه على الرغم من تنامي وتنوع التمويل الفيدرالي للبحث في المؤسسات الأكاديمية ، إلا أن هناك انحدارا واضحا في المنشآت العلمية والهندسية في الكليات والجامعات الأمريكية المدعومة فيدراليا .

وكمثل ، فإنه على الرغم من زيادة إجمالي المساحة المخصصة للعلم الأكاديمي والبحث بما يقرب من ٢٨ في المائة بين ١٩٨٨ و ١٩٩٨ ، إلا أن كثافة معدات البحث والتنمية – أي نسبة إجمالي نفقات البحث والتنمية من التمويل الحالي المخصص لمعدات البحث – قد انخفضت دراميا في العقد الأخير . وبعد أن كانت قد وصلت في ١٩٨٦ إلى نسبة مئوية عالية من ٧ في المائة، انخفضت إلى نسبة ٥ في المائة في ١٩٩٧ . وفي حين تمكنت الكليات والجامعات الأمريكية من أن تسع عددا أكبر من طلبة العلم والهندسة، إلا أنها تعلمهم بمعدات يتزايد عدم كفاءتها وعفا زمنها.

كما أن هناك اتجاه لألا يحدث تحسين في منشآت العلم والهندسة والاكاديميين إلا من أجل أن تفي فقط باحتياجات مشاريع معينه لها تمويلها ، وذلك باستثناء جامعات البحث الكبيرة الممولة جيدا بما يتاح لها من مقادير كبيرة من التمويل الخاص. وبالإضافة ، نجد أن المدارس التي ليست من المتلقين الأساسيين للتمويل الحكومي للعلم والهندسة تتلقى نمطيا تمويلا أقل

من الموارد الأخرى الخاصة عندما تهدف لتمويل انشاء المباني العلمية والحصول على معدات للبحث . ساعد هذا الاتجاه في أن يؤدى إلى تدهور عام وشيخوخة في منشآت المعامل العلمية والهندسية على نطاق الدولة كلها . ويجب أن نعطى اهتماما جديا نحو خلق مبادرات تمويل عام لها قدرها تعزز وتضمن حيوية وانتشار معامل العلم والهندسة فى المعاهد الموجودة فى كل البلد - أى فى المعاهد تحت العليا والكليات الصغيرة ، وفروع المناطق لجامعات الولاية ، مثلها في ذلك مثل جامعات الأبحاث الرئيسية .

حتى نبنى ونحافظ على قاعدة راسخة لا تكون فقط من علماء الأبحاث الرئيسيين وإنما أيضا من فنيى المعامل ، ينبغى أن يتاح لطلبة كل الكليات والجامعات بعض فرصة لإجراء البحث . لايعنى هذا أنه يجب أن تكون كل المعاهد جامعات للبحث ؛ والأحرى أنه ينبغى أن يكون هناك مجال ممتد بشكل ما بالنسبة لكل المدارس بحيث يتمكن طلبتها من المساهمة في مشاريع البحث . ويجب بالنسبة لطلبة الكليات الذين يدرسون العلم أو الهندسة كمادة رئيسية أن تكون لهم بعض ممارسة للبحث وبعض مدخل للتوصل إلى فرص للبحث بصرف النظر عن مدارسهم .

كثيرا ما يحدث فى التقييمات الحالية فى بروتوكولات التمويل أن تكون هذه في صالح ما يوجد من عوامل في كليات وجامعات قدر رسخت بالفعل كمراكز للبحث وتعليم العلم والهندسة . إلا أنه ينبغى أن تضع تقييمات التمويل في الاعتبار أيضا مزايا المشاريع التى تهدف إلى إدماج مجموعات أفراد معينة يقل ما يتاح لها من أحدث المنشآت والتدريبات ، وأن تضع في الاعتبار أيضا الكليات والجامعات التى يجرى بها عملية تنمية منشآت أفضل وهيئة تدريس أكثر تأهلا . وينبغى مواصلة استخدام الزمالات التى تستهدف طلبة الكليات من أجل تشجيع تركيب متنوع لفريق بحث الباحث الرئيسى .

إحدى المهام الرئيسية للمال العام فى الولايات المتحدة هى تعليم الأطفال فى مرحلة الحضانة - الصف ١٢ . وعندما يكون هنـاك تقدير عام للعلم ، فإن هذا لا يكون فقط نقطة البداية لمساعدة الصغار على يستلهموا من ذلك أن يكونا علماء ومهندسى الجيل التالى ، وإنما يكون هذا عنصرا ضروريا أيضا فى تهيئة مواطنى أمريكا ليعيشوا فى مجتمع يتزايد تقدمه علميا وتكنولوجيا . فمن الضرورى أن يتم تعلم العلم الأساسى ، وأن يوجد فهم ودعم مجتمعى واسع لدور أبحاث العلم والهندسة . وحتى يؤدى المجتمع الديمقراطى وظيفته أداء فعالا ، يجب أن يكون المواطنون متنورين جيدا ومتعملين جيدا فيما يتعلق بالعلم والأبحاث العلمية ودلالاتهما .

يُطلب من المواطنين يوميا النظر فى خيارات وسياسات فردية ومجتمعية تتطلب تعلم أساسيات العلم وبعض معرفة بالاكتشافات وأوجه التقدم العلمية والتقنية الحالية . يؤدى الاسهام فى البحث العلمى والهندسى أو التعرض له - فى مرحلة الحضانة -الصف ١٢ حتى التعليم العالى - إلى أن يساعد الجمهور العام إلى مدى بعيد فى أن يصبح أريح بالا بالنسبة لعملية البحث العلمى كما تساعده فى أن يعطى للباحثين إحساسا أفضل عن المعرفة التى يحتاج إليها الجمهور ويريدها .

يُعد التعليم التقليدى للعلماء والمهندسين الأمريكيين ، هو وتعليم قوة العمل الأمريكية لما يسمى اقتصاد المعرفة ، وكذلك وعى الجمهور بالعلم ، يُعد هذا كله أجزاء ضرورية للبنية التحتية العلمية للأمة . ينبغى بالنسبة لكل مشروع بحث يمول بأموال عامة ، أن نضع فى الاعتبار تأثير المشروع فى تدريب الجديد من العلماء والفنيين والمهندسين والباحثين ، وفى تعليم قوة العمل متعلمة علميا ، وفى زيادة وعى الجمهور بشأن دعم العلم .

ماذا يعنى هذا كله ؟

خيارات المجتمع

نجد الآن فى التو ، فى ٢٠٠٢ ، ان الولايات المتحدة كدولة لديها كل ما يلزم لصنع إسهامات مفيدة عميقة وباقية بالنسبة لمواطنينا ولكل البشرية ، وذلك من خلال قدراتنا العلمية والهندسية . وحتى نضمن هذا التأثير ، يجب على بلادنا أن تقوم بخيارات واعية متنورة فيما يتعلق بطريقة استثمار مواردنا العامة فى العلم والهندسة. وفى اعتقادى أن أحد أفضل الاستثمارات الملائمة للتمويل العام للأبحاث الأساسية فى العلم والهندسة هى أن نتابع بنشاط إجراء حملة على نطاق الأمة لتحسين تعليم العلم تكون بنفس الدرجة من الوضوح للعيان مثل حروبنا على المخدرات أو الإرهاب أو السرطان . والسبب بالطبع ، أننا عندما نكسب حرب تعلم العلم سنصل بذلك إلى أوجه تقدم هائلة فى كل حروبنا الأخرى.(١٢)

الهوامش

1. Donald Stokes, Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation (Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 1997), p.6.

2.
2000 (Arlington, Va.: National Science Foundation, 2000), p.5-3.

3. National Science Foundation, Science and Technology Pocket Data Book - 2000 (Arlington, Va. : National Science Foundation . 2000).

4. Science and Engineering Indicators - 2000, p. 4-4.

5. Londa Schiebinger, Has Feminism Changed Science ? (Cambridge: Harvard University Press, 1999), p. 195.

6. Science and Engineering Indicators -2000,p. 8-11.

7. Ibid, p. 8-8. This study was done prior to the intense coverage of anthrax after the Sepember 11, 2001, World Trade Center and Pentagon tragedies.

8. Ibid.

9. Ibid., p. 8-13.

10. Ibid., pp. 2-28 and 2-29.

١١) هنـاك إنخفـاض فـى تمثيـل النسـاء ، والأمريكيـين - الأفريقيين ، والهسبانيين، والأمريكيين المحليين ، والأفراد المنتمين إلى الجماعات الأدنى اقتصاديا والمناطق الجغرافيا الريفية ، حيث يكون تمثيلهم فى مجالات العلم والهندسة بأعداد قليلة عند المقارنة بنسبتهم المئوية فى السكان ككل أو فى قوة العمل بالولايات المتحدة . ويكون هذا التفاوت أكبر فـى مجالات معينة مثل الرياضيات والفيزياء والهندسة ، ومع ارتقاء السلم إلى طلبة الكليات والدراسات العليا والزمالات . ونجد فى ١٩٩٧ أن النساء يبلغ عددهن ٢٣ فى المائة من قوة العمل فى العلم والهندسة ، ولكن عددهن يصل إلى ٤٦ فى المائة من قوة عمل الولايات المتحدة . وبلغ عدد السود والهسبانيين والأمريكيين المحليين فى ١٩٩٧ ٢٤ فى المائة من سكان الولايات المتحدة، ولكنهم يمثلون فقط ٧ فى المائة من اجمالى قوة العمل فى العلم والهندسة ، اللجنة القومية للعلم ، "مؤشرات العلم والهندسة"- ٢٠٠٠ (أرلنجتون ، فرجينيا: المؤسسة القومية للعلم ، ٢٠٠٠)، الفصل الثالث " قوة العمل فى العلم والهندسة" والفصل الرابع ، "التعليم العالى فى العلم والهندسة".

١٢) استُمدت هذه المقالة من (الورقة البيضاء) التى نتجت عن ورشة "مستقبل العلم والهندسة والتعليم" التى عقدت فى كلية دارتماوث، فى ١٠-١٥ نوفمبر ٢٠٠١ . وقد كان لى من حسن الحظ أنى دعوتُ ورأستُ هذه الورشة التى جلبت إليها ما يزيد عن أربعة وعشرين من

قـادة الفكـر فـى العلـم والهندسـة والفنــون - فــى الهيئــات الأكاديميــة، والصناعة والأعمال الصـغيره ، والكتـاب ، واللاهوتييـن ، والمـاليين ، والفيزيائيين ، والبيولوجيين والرياضـيين - وذلـك حتـى يناقشـوا أحسـن استخدام للمـال العـالم لتمويـل الأبحـاث الاساسـية للعلـم والهندسـة. وقد عاود أفراد هذه المجموعة من الجهـابذة المتمـيزين المـرة بعـد الأخـرى الرجوع إلى ضرورة تعلم العلم بالنسبة للجمهـور العـام، وبالنسـبة لقـوة العمل فى العلم والتكنولوجيا ، وبالنسـبة لقادتنـا ، وكذلـك الرجـوع إلـى العقبات التى تسد طريقنا لذلك .

مستقبل الطاقة النووية

بعض ما يثير القلق حاليا:

الدفاع الصاروخى ،

ومستقبل القوة النووية ،

ومخاطر تسيب مواد

الأسلحة النووية فى روسيا

ريتشارد ل. جاروين

و

جورج شارباك

توجد مجموعة رئاسية للتنمية يرأسها نائب الرئيس ديك تشينى وقد كتبت تقريرا عن السياسة القومية للطاقة فى مايو ٢٠٠١ ، وضعت فيه القوة النووية فى المركز من سياسة الطاقة للولايات المتحدة فى القرن الواحد والعشرين . ونحن نوافق على أن القوة النووية تستطيع أن توفر نسبة متزايدة من احتياجات الطاقة فى الولايات المتحدة . يحاج تقرير تشينى[1] بما يوجد من مزايا بيئية واقتصادية للقوة النووية كمصدر مستدام للطاقة ، ويدعو التقرير لزيادة التعاون الدولى ومضاعفة البحث العلمى من أجل الإقلال من وجود نفايات ذرية بمستوى عالى ومن أجل معالجتها.

ونحن نرحب باهتمام التقرير بمشاكل الطاقة النووية وإمكاناتها فى المستقبل ونرى أن ذلك بمثابة تصويت مهم بالثقة . ساد على رأى الجمهور فى العقود السابقة بالنسبة للطاقة النووية ما وقع فى حادثين معينين : انصهار قلب مفاعل فى ثرى مايل أيلاند بولاية بنسلفانيا فى ١٩٧٩ وكارثة تشيرنوبل فى أوكرانيا فى ١٩٨٦، حيث انطلقت فى الجوا مواد نشطة اشعاعيا من

محطة للقوى لتنتشر فوق مساحات واسعة من أوروبا وآسيا . مازال شبح الكوارث الكبيرة المدى وعدم حل مشكلة التخلص النهائى من النفايات المشعة يلوح مضخما عند الرأى العام الأمريكى ، وعلى الرغم من ذلك إلا أن محطات الطاقة النووية توفر حاليا ٨٠ فى المائة من الطاقة الكهربائية فى فرنسا .

نجد فى فرنسا أن القوة الكهربائية عموما ، وصناعة القوة النووية خصوصا ، هما احتكار للدولة . وهى تُدار إدارة جيدة ويقل تعرضها للنقد فى المنظومة السياسية الفرنسية . على أن التقارير الرسمية الحديثة قد أثارت لأول مرة على هذا المستوى أسئلة تدور حول ما يوجد من حكمة من الناحية الاقتصايه والبيئية فى بعض الخيارات، مثل إعادة معالجة الوقود النووى المستنفد . والصناعة الفرنسية لا تتحدث قط عن الوقود المستنفد كنفاية وإنما تتحدث عنه كشئ يوضع فى معامل تحت الأرض . كما أنه ما من طن واحد من الوقود المستنفد لمفاعل تجارى قد تعرض للتخلص نهائيا منه فى فرنسا (ولا فى الولايات المتحدة) .

عندما نقارن القوة النووية إزاء الوقود الأحفورى - أى الفحم، والبترول ، والغازات الطبيعية - نجد أن القوة النووية تطرح لنا وعدا بهواء أكثر نقاء ، مع الإقلال من البث الحرارى فى ظاهرة بيت النباتات (الصوبة)، كما تعد بالاستدامة ، وإمكانات تزايد الناتج بما يتناسب مع تزايد احتياجاتنا للطاقة .

نحن نؤيد بشدة الحفاظ على الطاقة ، مع استخدام أوسع لتوليفة من منظومات الحرارة والطاقة ووسائل نقل مخلّطة (محرك جازولين وبطارية). ونحن متنبهون إلى أن التطبيق المستمر للعلم والتكنولوجيا على الطاقة الشمسية سوف يؤدى إلى خفض فى التكلفة. إلا أن القوى الشمسية هى وقوى الريح ، قوى متقطعة وتتطلب تخزينها . وهى قوى مهمة أقصى الأهمية

عندما يكون للسكان توزيعا متفرقا ، ولكنها لا تفيد التجمعات السكانية الكبيرة إلا مع وجود خطوط نقل مثل التى تستخدم للقوى النووية . وقد ألفنا كتابا عن القوى النووية والأسلحة النووية ؛ وإنما نناقش هنا مصادر الطاقة الأخرى لمجرد توفير سياق متصل . ونحن نستشهد بالفعل بالمراجع الثقة فى هذا المجال من حيث الدعوى بأن ما يمكن تصوره من القوى المتولدة عن الشمس على نطاق العالم يمكن أن تمدنا بما يصل إلى ثلاثين مثل لاستهلاك العالم حاليا من الكهرباء . فنقول ، "دعهم ينتجون المزيد من القوى !" .

على أنه حتى ندعم إعادة بعث القوى النووية فى الولايات المتحدة ، يجب أن يكون هناك موافقة سياسية على ذلك مقرونة بوجود علم جيد واقتصاديات مواتية . ونحن نرى أن المحطات النووية المائة الموجودة فى الولايات المتحدة ، وكلها بمفاعلات ماء خفيف ، آمنة بما يكفى إذا شُغّلت تشغيلا سليما . ويمكن التخلص من الوقود المستنفد للمفاعل بأن يعالج بواسطة شركات تجارية متنافسة لديها مستودعات منجمية جيولوجية فى روسيا والصين والولايات المتحدة واستراليا ، وبهذا يتم فصل المادة المشعة عن المحيط الحيوى(*) حتى يقل احتمال الاشعاع عن طريق الاضمحلال الاشعاعى الطبيعى ، كما يقل إمكان الاستخدام العسكرى للبلوتونيوم الموجود فى هذه المواد الذى يصلح للاستخدام فى الأسلحة . يتكوّن المستودع من مجموعة من الحفر الرأسية والممرات تحفر كالمناجم عميقا فى الصخور فى بيئة مناسبة بحيث لا تجلب المياه اشعاعا إلى السطح . تتناسب هذه الطريقة للتخلص من النفايات مع قضبان وقود المفاعلات التى توضع فى علب صغيرة من الصلب الثقيل كما تتناسب مع المواد المشعة التى تفصل باعادة معالجتها – فى شكل زجاج يصُب داخل كتل صلب لا يصدأ يصل وزنها إلى

(*) المحيط الحيوى biosphere : ذلك الجزء من العالم حيث يمكن أن توجد الحياة . (المترجم)

طن أو ما يقرب . يحبذ تقرير تشينى إعادة معالجة الوقود المستنفد من مفاعلات القوى فى الولايات المتحدة ؛ وقد وجدت دراسة حديثة أجرتها لجنة خبراء فى الأكاديمية القومية للعلوم ان هذه طريقة للتناول ليست لها جدارة ولا ضرورة - وذلك بصورة أكيدة بالنسبة لأعادة المعالجة من أجل الحصول على البلوتونيوم حتى يقلل بنسبة ٢٠ فى المائة من استهلاك اليورانيوم بالمفاعل المعتاد فى الولايات المتحدة .

بل وحتى لو كان الوفاء بكل احتياجات العالم للطاقة سيحدث بواسطة القوى النووية ، فإن الأربعة بلايين طن من اليورانيوم الموجودة بالمحيطات سوف تزود المفاعلات بالوقود لآلاف من السنين . وإذا لم يتم التوصل إلى مصدر جديد للطاقة خلال ألف سنة، مثل الاندماج النووى ، سيكون من الممكن استخدام المفاعلات المولدة للعناصر(*) لتمد بالقوى اللازمة لاحتياجات العالم للطاقة لمدة ٥٠٠٠٠٠ سنة أو أكثر.

هناك ثلاث ملاحظات جديدة فيها تأييد لاستخدام القوة النووية:
الأولى، ان الطاقة النووية من حيث الاحترار الكوكبى ، هى أختيار أفضل كثيرا من الوقود الأحفورى . وكمثل فإن حرق الفحم لتوليد الكهرباء يطلق غاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو ، وهذا يمكن أن يبقى هناك لأكثر من أربعين عاما . وهذا الفائض من ثانى أكسيد الكربون يعزز ظاهرة احترار بيت النباتات ، ويسهم فى زيادة حرارة سطح الأرض فى كل سنة بمقدار يماثل ما يتولد أصلا من النبات ! أما محطات القوى النووية التى لا تولّد أى قدر من ثانى اكسيد الكربون ، فيكون إسهامها فى ظاهرة بيت النباتات عبر أربعين سنة أقل مما تسهم به محطة لحرق الفحم فى سنة واحدة .

(*) المفاعلات المولدة : مفاعلات يستخدم فيها وقود معين فيتولد فيه وقود من نوع آخر كأن يتحول اليورانيوم ٢٣٨ إلى بلوتونيوم . (المترجم)

وثانيا ، فإن العالم ، على عكس الاعتقاد الشائع ، لا يواجه أى نقص فى وقوده النووى الأساسى ، أى معدن اليورانيوم . تحوى محيطات العالم أكثر من أربعة بلايين طن من اليورانيوم ، بما يصل إلى ألف مثل لما يوجد من مصادر أرضية من أحسن الدرجات . وبالاضافة فإن استخلاص هذه المادة سوف يكون عمليا من الوجهة الاقتصادية . ونحن نحث الإدارة الحالية على إجراء المزيد من الأبحاث على يورانيوم مياه البحار لتحديد ما تكونه بالضبط التكلفة لبرنامج على نطاق كبير .

وأخيرا ، فنحن نسرد وندعم التطورات الحديثة فى تكنولوجيا المفاعلات التجارية . وحتى لو كانت المفاعلات الحالية ، كما نحاج ، قد بلغت عتبات الأمان الكافية بعد أيام ثرى مايل أيلاند ، فإننا نشجع النضال من أجل اجراء التطوير ومن أجل الاستثمار فى أجيال مفاعلات أرخص ، وأكثر أمنا وكفاءة فينتج عنها نفايات أقل . وقد أنتجت الشركات الدولية التجارية تصميمات حديثة للمفاعلات تطرح حماية أكبر ضد حوادث التلوث أو الانصهار . ونحن نحث الإدارة الحالية لتضيف دعمها الفيدرالى لهذه المشروعات ؛ ولن تتحقق ماديا مزايا القوة النووية من حيث الأمن والبيئة إلا إذا انخفضت تكلفتها الرأسمالية بعامل من اثنين أو أكثر . ونجد بالنسبة لنا ، أن التغيير الذى حدث فى القانون الروسى فى ٢٠٠١ ليتيح تدفق الوقود المستنفد للمفاعلات التجارية إلى روسيا للتخلص منه، لهو ابتكار مواتى . إلا أننا نفضل أن نرى أن العميل يكون له الخيار فيما إذا كان الوقود يتم التخلص منه مباشرة (دون إعادة معالجة) فى المستودعات الجيولوجية المنجمية أو إذا كان يفضل أن يزال البلوتونيوم أولا . والخيار الثانى أكثر تكلفة إلى حد كبير إذا كان لابد من إنشاء محطات قوى جديدة ، ولا يؤدى إلى تسهيل الأمر تسهيلا له قدره - ان كان يسهله على الإطلاق .

على الرغم من تأييدنا للقوى النووية ، إلا أننا نحث الإدارة الحالية على تقبل ما توصل له تحليلنا من أنها تتأتى ومعها تكلفة محسوبة من الحياة البشرية – سواء كان ذلك من خلال تشغيلها الروتينى أو من خلال كارثة غير متوقعة . وقد قدرنا أن سيحدث على نطاق العالم ٣٥٠٠٠ حالة وفاة قبل الأوان من التأثيرات اللاحقة لحادثة تشيرنوبل . على أن الضرر هنا أقل مما يترتب على محطات وقود الفحم التى تمدنا بنصف كهرباء الولايات المتحدة كلها . فمحطات الفحم تبث أوكسيد الكبريت المسئول عن الكثير من المطر الحامضى وأمراض الرئة ؛ وتبث أيضا معادن ثقيلة كالزئبق؛ كما أن هناك إشعاع تبثه الملايين الثلاثة من أطنان الفحم التى تستهلك سنويا فى كل محطة كبيرة بوقود الفحم . يستخدم ما يقرب من ٥ فى المائة من رماد هذا الفحم لصنع خرسانة للمساكن ؛ وإذا أجرينا تقديرات على الأساس نفسه الذى قدرنا به حالات الوفاة قبل الأوان فى الكارثة النووية المدنية الوحيدة فى أهميتها ، أى حادث تشيرنوبل ، سنجد أن هناك ٢٠٠٠ فرد يموتون سنويا من الاشعاع فى بيوتهم بتأثير الرماد الذى تحويه الخرسانة .

الدفاع القومى الصاروخى

أكثر الظواهر إدهاشا فى التهديدات الحالية للأمن القومى للولايات المتحدة هى ما فيها من تنوع بالغ . وكمثل ، فإن هناك ما يفوق تهديد لهجوم من الدول النووية 'المارقة' ، وهو ما تواجهه أمريكا من خطر جوهرى بأن تقذفها روسيا بالقنابل – حتى وإن كان ذلك عن غير عمد . يوجد ستة آلاف رأس حربى نووى مما كان يمتلكه الاتحاد السوفييتى السابق هى حاليا فى درجة استعداد قصوى، وتقف مهيأة لإطلاقها بناء على الأوامر فى دقائق. ويعتمد القواد الروس على شبكة متهالكة للإنذار المبكر لإعطاء معلومات حاسمة عن وقوع هجوم . وعند وجود أوجه من اساءة الاستخدام أو الثغرات فى هذه المنظومة – وهذه نواتج جانبية قد تشيع على نحو متزايد بسبب انكماش ميزانية روسيا العسكرية – فإن هذا يزيد من احتمال اطلاق قذيفة

نووية على نحو عارض أو بدون أمر مخول . ومن المذهل ، أن وجـود هـذه الآلاف من الرؤوس الحربية التى يتوقف اطلاقها على شعرة لزنـاد مشكوك فى أمرها وتحمل قوة تفجير متجمعة تكفى لتدمير الولايـات المتحـدة وروسيا معا ، هذه الرؤوس لا تعتبر تهديدا رئيسيا.

ونحـن نـرى أن القذائـف الباليستية للـدول المارقـة - وهـى الجـزء المركزى فى النقاش الحالى حول الدفاع الصاروخى- تمثل خطرا أقل الحاحا مما يوجد من القذائف الروسية المخزونة . عمـل جاروين فـى أوائـل ١٩٩٨ فى لجنة من تسع أعضاء هى لجنة رامسفيلد لتقييم تهديد الصواريخ الباليستية للولايات المتحدة . وأصدرت اللجنة تقريرا نهائيا سريا ، صدر منه أيضا فـى شكل غير سرى ملخص تنفيذى للجمهور[٢] ، وقد عين هذا التقرير ثلاث دول مارقة يمكن أن تشكل فى المستقبل تهديدا للولايات المتحدة . فحسب ما تقرره اللجنة ، قد تنشـئ كوريـا الشـمالية أو العـراق أو إيـران خـلال خمسـة أعـوام صـواريـخ بدائيـة باليسـتية عـابرة للقـارات لهـا القـدرة علـى ضـرب منطقـة الولايات المتحدة . وهذه الصـواريخ تستطيع أن تحمل رؤوسا حربية نووية أو بيولوجيـة ، إمـا أنهـا يتـم انشـاؤها بطريقـة مستقلة ، أو أنـه يتم شـراؤها أو سـرقتها مـن دولـة أخـرى . اعتبرت ادارة بـوش هـى ووزيـر الدفـاع دونـالد رامسفيلد أن الدفاع ضد هذا النوع من الهجوم هو اول أولياتها - على الرغـم من حقيقة أن تقرير رامسفيلد فى ١٩٩٨ حدد على وجه الخصوص أن تهديـد المدن الساحلية للولايات المتحدة بصواريخ قصيرة المدى تطلقهـا السـفن لهـو تهديد يمكن إعداده بأسرع وأدق وأسهل من تهديد الصواريخ الباليستية عـابرة القارات ويكون مـا يحـدث مـن أضـرار نتيجـة للمتفجـرات النوويـة أو عـامل الحرب البيولوجية (كالأنثراكس مثلا) ؛ فهل يكون الأمر أن هذا لا يمكن أن يصيبنا إلا عن طريق الصواريخ الباليستية عابرة القارات وليـس عـن طريـق المدفعية أو السفن أو الصواريخ قصيرة المدى !

تحبذ الميزانيات العسكرية الحالية استمرار برنامج عهد كلينتون، حيث تُطلَق صواريخ اعتراض المسار من الأراضى الأمريكية . عندما تكشف الأقمار الصناعية عن إطلاق قذائف ، تعمل الصواريخ على اعتراض منتصف مسار الرؤوس الحربية الواردة ، أثناء وجودها مثلا فى فراغ الفضاء . وحسب الخطط الموجودة حاليا، فإن الصاروخ المعترض سيكتشف الرأس الحربية بالحرارة ثم يصطدم بها فى الفضاء، مدمرا حملها النووى . ونحن نرى أن هذا البرنامج جد ضعيف لدرجة أن نجاحه سيتطلب تعاونا كاملا من الدولة المهاجمة - فى شكل المشاركة فى المعلومات عن الصواريخ الباليستية عابرة القارات والإجراءات المحتملة المضادة لها .

وبالإضافة ، وكما ظل الأمر يُناقَش لسنين داخل وخارج الحكومة ، فإن الدولة التى لها الموارد والمهارات التقنية الكافية لإنشاء صواريخ باليستية عابرة للقارات ورؤوس حربية نووية أو بيولوجية ، تكون لها القدرة أيضا على تصميم الإجراءات المضادة المناسبة . وأحد إمكانات ذلك هى أن يُقسم الحمل على عشرات أو مئات من قنابل صغيرة محملة مثلا بالأنثراكس ، بحيث تتهاوى منفصلة خلال الفضاء لتنشر جراثيمها المميتة عبر مدينة بأكملها . والخطط الحالية للإعتراض ، التى تتأسس على أن هناك نسبة من عدد قليل إلى الواحد بين الصواريخ المعترضة والمهاجمة ، هى خطط لاتستطيع أن تؤدى إلى اعتراض أهداف عديدة هكذا . وهناك اجراء مضاد آخر له فعاليته ، وهو أن يُغلَّف الرأس النووى الحربى داخل بالون كبير ، وسوف يصطدم الصاروخ المعترض بالبالون دون أضرار ، حيث يفشل فى تدمير الرأس الحربى الأصغر كثيرا الموجود من داخله . أو أن الرأس الحربى يمكن أن يوضع فى بالون صغير تصحبه شراك من بالونات أخرى مماثلة خاوية . ولن تكون هناك طريقة يميز بها الصاروخ المعترض بين بالونات الشراك الخالية غير الضارة والبالون الذى يحوى الرأس الحربى . يناقش كتاب لنا هذه المشاكل ببعض من التفصيل ؛ كما يتاح مزيد من

المعلومـــات فـــى أرشـــيف لأوراق بحـــث جـــاروين فـــى موقـــع
.http://www.fas.org/rlg

هناك بديل للإعتراض فى المرحلـة المتوسطة ويتصف بأنـه عملى بدرجة أكبر، فنحن نؤيد الرأى بمهاجمة الصاروخ فى مرحلة إطلاقه لأعلـى، حيث تكون الإجراءات المضادة أصعب إلى حـد كبير. فمـن الممكن إطـلاق الصواريخ المعترضة من الأرض أو البحر، من خلال مسافة ألف كيلـو متر من مكان إطلاق القذيفة الباليستية. وتستطيع الولايات المتحدة فى حالة كوريـا الشمالية استخدام سفن تتخذ موقها فى بحر اليابان ، أو أن تشغّل ، بالاشـتراك مـع روسيا ، صواريـخ تتخـذ موقعهـا ارضـا جنـوب فلاديفوسـتك . ويمكـن اعتراض الصـواريخ العراقيه البالسـتية عـابرة القـارات فـى مرحلـة الاطـلاق باستخدام قاعدة وحيدة فى تركيا ، الدولة العضو فى حلف الأطلنطى . إلا أن دفاعا كهذا لن يستطيع توفير حماية ضد الصـواريخ الباليستية عـابرة القـارات المنطلقة من روسيا أو من الصين. فكلا البلديـن واسـع جـدا جغرافيـا بدرجـة أكبر من قدرة الصواريخ الاعتراضية قصيرة المدى على الوصول إلى مكـان مرحلـة اطـلاق الصواريـخ الباليستية عـابرة القـارات ، وذلـك سـواء كـانت الصواريخ الاعتراضية تتخذ قاعدتها أرضا أو بحرا .

من الواضح أن العسكريين قليلو التحمس لمشروع إدارة بوش الأثـير للدفاع ضد التهديد الناتج عن امتلاك الدول المارقة لصواريخ باليستية عـابرة للقـارات. والتهديد بهجـوم بصواريـخ باليتسـية يُعـد متواضعـا عنـد مقارنتـه بالوسائل الأخرى لنقل الأسلحة النوويـة أو البيولوجيـة . وقد أدى تضخـم مـا يُنفَق على مشروع الدفاع القومى ضد الصـواريـخ فـى منتصـف مسـارها إلـى وجود تهديد باستبعاد البرامج الأخرى من ميزانية الدفاع ، الأمـر الـذى يقلـل من قدرة الدولة على صد تهديدات أكثر خطـورة . والوسـيلة الوحيـدة لتنـاول احتياجات الأمن الحقيقية للويات المتحدة هى ايقـاف الـبرامج الباهظـة التكلفـة وغير الفعالة مثل الاعتراض فى منتصف المسار ، والعمل فى صالح اقـتراح

له فرصة نجاح معقولة : وهو الاعتراض فى مرحلة الإطلاق. ثمة شعاع من الأمل : ذلك أن اللجنة العلمية للدفاع أوصت فى ٢٠٠٢ بأن تكون الأولوية للاعتراض فى مرحلة الإطلاق ، باستخدام قاعدة بحرية .

روسيا والصين ومعاهدة الصاروخ المضاد الباليستى

المعاهدات أداة للأمن ، وليست غاية فى حد ذاتها . إلا أنه يمكن أن نقول الشئ نفسه عن عقود الأشغال المالية . فى ١٩٧٢ عُقدت معاهدة بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتى سميت معاهدة ص ب م "ABM" (الصاروخ الباليستى المضاد) ، وهذه المعاهدة تسمح على وجه التحديد بإبطال العمل بها بعد ستة شهور من صدور إنذار من أحد طرفيها بأن استمرار العمل بها يهدد بالأخطار" مصالحه القومية العليا". والصين ليست طرفا فى معاهدة ص ب م ، إلا أنه ينبغى عند إنتهاء المعاهدة أن يوضع فى الاعتبار ، بالنسبة لاتخاذ القرار بالإجراء الذى يُتخذ بفعل ما ، الطريقة التى ستتصرف بها الصين بعد إلغائها . وهناك معاهدة بين كندا والولايات المتحدة، هى معاهدة راش - باجوث التى تحدد وجود أسطول مسلح فى البحيرات العظمى بأربع سفن حربية بحمولة أقل من مائة طن . مازالت المعاهدة سارية وإن كان يتم تجاهلها إلى حد كبير عن طريق ما يتعلق بتفسيرها . من الواضح أن أفرادا كثيرين فى إدارة بوش ، يرون أن التخلص من معاهدة ص ب م هو هدف مطلوب فى حد ذاته من زمن طويل - بصرف النظر عن تأثيره الأمنى . ونحن نرى أنه سيكون من أبسط الأمور الحصول على موافقة روسية على تفسير أو تعديل معاهدة ص ب م (أى عمل بروتوكول للمعاهدة يكون مثل ملحق لوصية) ، يفسر أمر حظر نشر دفاع للمنطقة القومية ضد الصواريخ الباليستية الاستراتيجية فى مسار طيرانها ، على أنه يشير إلى الصواريخ الباليستية الاستراتيجية (لأحد أطراف

المعاهده) وهى فى مسارها الطائر . وهناك بديل آخر هو أن يضاف لقائمة منظومات ص ب م المسموح بها (منظومة واحدة لكل جانب) منظومات محددة يتفق عليها . وكما بينا فى كتابنا، فإن هذا يتضمن منظومات ص ب م التى تتشارك فى تشغيلها روسيا مع الولايات المتحدة ، وبالاضافة إلى ذلك أيضا المنظومات الخاصة لاعتراض مرحلة الإطلاق التى تُنشر فوق الأرض أو البحر قرب كوريا الشمالية والعراق ، وربما إيران .

منذ أغسطس ٢٠٠١ ، أخذ الروس يشكون من أن إدارة بوش فى كل مناقشاتها مع حكومة بوتين لم توضح مطلقا على وجه الدقة ما الذى تريد انشاءه . ولا يسهل قط التنبؤ بمسار المفاوضات ، إلا أن هناك ما يدعو للاعتقاد بأن روسيا ستوافق على برامج معينة مثل اعتراض مرحلة الاطلاق، الذى يمكن أن يوفر دفاعا فعالا ضد ما يزعم بأنه التهديد المخطط - أى وجود صواريخ باليستية عابرة للقارات فى أيدى إحدى الدول الثلاث المارقة. وبكل أسف فإن الرئيس بوش نبذ معاهدة ص ب م فى ديسمبر ٢٠٠١ ، وانتهى أمرها بعد مرور ستة شهور .

ظلت الصين لمدة سنين مكتفية بما يقرب من العشرين من الصواريخ الباليستية عابرة القارات التى تستطيع الوصول إلى المدى القارى للولايات المتحدة حاملة لرؤوس حرب نووية ضخمة . وهذه الصواريخ موجودة فى أبراج أسطوانية يمكن أن تدمرها صواريخ الولايات المتحدة ؛ وبالتالى فإن الصين لديها منذ زمن طويل برامج تنمية لإحلال أو دعم الصواريخ الباليستية عابرة القارات وذات الموقع الثابت ، وذلك باستخدام صواريخ متحركة لا يمكن تدميرها بضربة وقائية من الولايات المتحدة . إلا أنه لا يُرى فى هذا البرنامج إلا قدر قليل من الإستعجال . وحيث أن من الأهداف العلنية عند الكثيرين من مؤيدى نشر الدفاع الصاروخى النووى العمل على الحماية ضد التهديد الصاروخى الصينى ، سيكون من الصعب على الصين

أن تتجاهل وجود نظـام فى الولايـات المتحـدة للدفـاع الصـاروخى النووى . وأحيانا توضح الجهات الرسمية الصينية أنه إذا كان لدى الدفـاع الصـاروخى النـووى بالولايـات المتحـدة مائتـا صـاروخ اعـتراضى ، سـوف تبنـى الصيـن ٢٢٠ صاروخ باليستى عابر للقارات من النوع المتنقل . وبالإضافـة ، فنحـن نرى (كما رأت المخابرات المركزية الأمريكية فى تقرير تقديرات المخـابرات القوميـة ١٩٩٩) أن الصيـن سيكون لديهـا الكثير مـن الإجـراءات المضـــاده للدفاع الصاروخى النووى مثل منظومة منتصف المسار التى يجرى انشـاؤها الآن .

فـى ١١ سـبتمبر ٢٠٠١ وقـع الهجـوم الإرهـابى الـذى دمـر المركـز العالمى للتجارة وأصاب البنتاجون بأضرار ، وقتل ما يقرب مـن ثلاثـة آلاف فرد ، وفى هذا الهجوم ما يكـذب الحجـة التـى تقـول ان أعداءنـا علـى درجـة كبيرة من عدم الكفاءة بحيث لا يستطيعون صياغة إجـراءات مضـادة بسـيطة مثل قنابل الأنثراكس الصغيرة أو البالون المغلف للصاروخ . كمـا أتضـح مـا يوجد من سفسطة فى الحجة التى سمعناها كثيرا قبل ١١ سبتمبر ، التى تقـول أن لدينا ميزانية سنوية فعالة تبلغ ١١ بليون دولار لحماية حدودنـا ضـد غـير المرغوب فيهم من الأفراد والبضائع (إلا أن نظام الدفاع الصاروخى فى بلدنا لا تتعدى فعاليته حد الصفر) . ليس ما يهم هو "مُدخل" النقـود وإنمـا مـا يهـم كمقياس له قيمته هـو 'مُخـرج' الأمـن . ينبغـى أن يحـل التحليل مكـان نقـاط الخلاف ؛ ثلاثة آلاف من الموتى – هـذا عـدد يفـوق عـدد الموتـى فـى بـيرل هاربور– هذه قائمة قتلى رهيبة ، ولكنها فحسب نسبة بسيطة من العـدد الـذى يرجح موته اذا وضعنا قيمة الأيديولوجية فوق الأمن .

تخفيض تهديد الأمن الناتج عن الفائض فى المواد النووية الروسية

يمثل تسيب المواد النووية الصالحة للاستخدام فى الأسلحة تهديدا هائلا لأمن الولايات المتحدة والأمن الكوكبى . وحسب ما يوجد حاليا من معاهدات خفض التسلح ستصل الولايات المتحدة وروسيا سريعا إلى أن تتخلص كل منهما من خمسين طنا من البلوتونيوم الموجود فيما يفكك من أسلحة نووية . وإذا وجد ولو جزء طفيف من هذا البلوتونيوم فى الأيدى الخطأ فإنه يمكن أن يسهل الانشاء السريع لأسلحة جديدة محظورة . والمعدن أسهل فى نقله وأصعب فى إلقاء المسئولية بشأنه عما بالنسبة لرأس حربية متميزة . وبالإضافة فإن الرؤوس الحربية نفسها يتوفر لها على الأقل حد أدنى من الوقاية ، أما البلوتونيوم الخام فيُعتقد خطأ أنه ليس جذابا للصوص أو الدول التى تحاول أن تكون ذرية . يمثل تسيب البلوتونيوم خطرا دولياً غير مسبوق فى ضوء ما يوجد حاليا من عيوب فى البرنامج الروسى لمتابعة وحراسة المواد النووية .

يتطلب الأمر أقل من ستة كيلو جرامات من البلوتونيوم الصالح للأسلحة لصنع قنبلة نووية بدائية . والقنبلة التى ألقيت على ناجازاكى خلال الحرب العالمية الثانية تُعد جهازا من هذا النوع البدائى ، وقد قتلت ١٠٠٠٠٠ فرد . والأسلحة التى صممت ابتداء من خمسينيات القرن العشرين أسهل فى تحريكها وتوصيلها عن السابقة لها أثناء الحرب ، وتعطى نتائج تفجيرية أكبر بمكمية بلوتونيوم أقل . سنجد فيما يقرب من أن يكون السيناريو الأسوأ أن خمسين طنا من فائض البلوتونيوم عند روسيا يمكن أن تنتج ١٠٠٠٠ سلاح نووى جديد . وفى مفارقة مع ذلك ، فإن أسوأ سيناريو قد يكون فيه أن طنا واحدا سوف يستخدم لصنع ٢٠٠ قنبلة نووية .

أما فائض اليورانيوم من الرؤوس الحربية النووية المفككة فهو أسهل استخداما عن البلوتونيوم للأغراض الحربية . سوف تتسلم الولايات المتحدة من روسيا عبر الخمسة عشر عام القادمة ما يتبقى من ٥٠٠ طن من اليورانيوم العسكرى الذى تم اثراؤه بدرجة عالية ، ويمزج ليصبح بدرجة قليلة من الاثراء حتى يستخدم فى مفاعلات الطاقة التجارية بالولايات المتحدة. يتطلب أبسط أجهزة الانشطار ، مثل القنبلة التى اسقطت على هيروشيما فى ١٩٤٥ ، ما يقرب من ٦٠ كيلو جرام من اليورانيوم الشديد الإثراء ؛ ومن الممكن أن تُحوَّل الأطنان الخمسمائه التى تم التعاقد عليها إلى ٨٠٠٠ من الاسلحة التى من هذا النوع . أما عند استخدام تصميمات أكثر تقدما ، فإن الكمية نفسها يمكن أن ينتج عنها أكثر من ٢٠٠٠٠ قنبلة متفجرة.

عملتُ فى ١٩٩٦ و ١٩٩٧ فى لجنة مشتركة من الولايات المتحدة وروسيا للتخلص من فائض بلوتونيوم الأسلحة ، وتبنت اللجنة اتخاذ طريقة تعامل ذات مسار مزدوج بالنسبة لمشكلة البلوتونيوم . وأحد المسارين يعرف بالتزجيج(التحويل لزجاج)، وفيه يُجعل فائض البلوتونيوم أكثر ضمانا بخلطه بنفايات نووية عالية الاشعاع فى قالب زجاجى مغلف بالصلب ثم يدفن فى مستودع جبل يوكّا . أما فى المسار الثانى فيُحول البلوتونيوم الصالح للأسلحة إلى وقود للمفاعلات النووية بالولايات المتحدة . وفى ظروف التشغيل العادية، يُمزج وقود البلوتونيوم مع نفايات نووية عالية الإشعاع ويمكن بعدها دفنه فى نفس المستودع . وعلى الرغم من أن روسيا قد أظهرت اهتماما قليلا بالتزجيج ، إلا أن لديها خططا لاستخدام فائض البلوتونيوم فى المفاعلات الخاصة بها .

على أن التكلفة تعد عاملا أساسيا . من الممكن أن يخفف اليورانيوم الصالح للأسلحة بيورانيوم طبيعى لاستخدامه كوقود عادى للمفاعلات ، بما ينتج عنه مكسب تجارى خالص . إلا أن تكلفة تحويل البلوتونيوم الصالح ،

كرأس حربى إلى وقود للمفاعلات تزيد زيادة لها قدرها عن تكلفة إستخراج اليورانيوم من المناجم وتنقيته وإثرائه وإعداده من نقطة البداية . وبالتالى ، فإن شركات القطاع الخاص التى تشارك فى أعمال الطاقة النووية ستكون فى حاجة لإعانات حكومية . وإذا كانت إدارة بوش قد رفضت (بما هو صائب) اقتراحا بانفاق ٦ بلايين دولار لتحويل فائض البلوتونيوم إلى وقود مفاعلات، إلا أنها غير راغبة فى النظر فى أمر طريقة التزجيج الأرخص. وفى الوقت نفسه تصمم روسيا على الإبقاء على ما لديها من بلوتونيوم صالح للأسلحة لاستخدامه فى المفاعلات المولدة ، وبالتالى فإنها تنتج حتى المزيد من فائض البلوتونيوم .

من الواضح أنه من صالح الولايات المتحدة وحلفائها العمل بأسرع ما يمكن على تقليل اتاحة الوصول للبلوتونيوم الروسى الصالح للأسلحة . ويجب على الولايات المتحدة ، من الوجهة الأقتصادية والاستراتيجية والسياسية ، أن تتخذ دور القيادة فى أى نظام لعدم انتشار الأسلحة النووية ، وإن كان من الممكن ان نتوقع من حلفائها الاقتصاديين أن يقوموا بالمشاركة. وإدارة بوش مستعدة لأن تنفق أكثر من ١٠٠ بليون دولار على الدرع الواقى من الصواريخ الباليستية . وفى رأينا أن ما يوجد حاليا من مواد نووية سائبة يمثل خطرا على الأمن القومى أعظم كثيرا من احتمالات صواريخ الدول المارقة . ونحن نرى أنه تقع إدارة بوش مسئولية أكبر كثيرا فى أن تراجع أولوياتها وتدعم إجراء وقائيا " للتعاون فى الإقلال من التهديد"[٣] الأمر الذى له تكلفة بثمن أقل بما له قدره .

الهوامش

1. National Energy Policy: Report of the National Energy Policy Development Group, May 2001. For sale by the superintendent of documents, U.S. Government Printing Office ISBNO-16-050814-2. It is also available at http://www.whitehouse.gov/energy/National-Energy-Policy.pdf.

2. B. M. Blechman, Lee Butler, R. L. Garwin, W. R. Graham, W. Sehneider, L. D. Welch, P. D. Wolfowitzz, R. J. Woolsey. and D. H. Rumsfield. Executive Summary of the Report of the Commission to Assess the Ballistic Missile Threat to the United States. July 15, 1998, available at http://www.fas.org/rlg.

3. These reflect positions in our book, Megawatts and Megatons: A Turning Point in the Nuclear Age? (New York: Alfred A. Knopf, 2001). Additional material, such as that provided here, is available at http://www.aaknopf.com/authors/garwin/. In December 2002, the University of Chicago Press Published the book as Megawatts and Megatons: The Future of Nuclear Power and Nuclear Weapons.

الدارى DARI

وحدة قياس مناسبة للتقدير العملى لتأثير الجرعات الصغيرة من الإشعاع المؤيَّن

جورج شارباك

و ريتشارد ل. جاروين

إذا كانت خدمة مصلحة الجماهير واجبة ، فان من الضرورى أن يتوافر بين أوسع قدر من الجمهور فهم أوضح للتأثيرات الصحية للمواد المشعة التى تنشأ عن الصناعة النووية . على أنه حتى ما يوفر للجمهور من معلومات واضحة مستمرة عن جرعات الاشعاع الناتجة عن الصناعة لن يكون وافيا للفهم الصحيح والبديهى للمخاطر النسبية – وسبب هذا فى جزء منه أن التعرض للاشعاع يعبِّر عنه بوحدات يصعب فهمها على غير المتخصصين .

ونحن نطرح انشاء وحدة لجرعة الإشعاع بالنسبة للفرد تساوى الجرعة التى يتعرض لها الفرد من البشر عن طريق ما يحدث طبيعيا من إشعاع من الأنسجة البشرية وهى : وحدة الدارى DARI، وهى مخصورة من الأحرف الأولى للكلمات الفرنسية .

"Dose Annuelle due aux Radiations Internes" – الجرعة السنوية للإشعاع الداخلى .

يرجع هذا الإشعاع فى ٩٠ فى المائة منه إلى البوتاسيوم ٤٠ (بو٤٠)، وله عمر نصف من ١,٣ بليون سنة ، وبو٤٠ كان موجودا فى الغبار الكونى الذى تشكلت منه الأرض منذ ٤,٥ بليون سنة .

يصل مقدار الدارى إلى أقل من ١٠ فى المائة من الإشـعاع الطبيعـى الـذى يتعـرض لـه الجسـد ، وهـو اشـعاع ينشـأ عـن الإشـعاع الخـارجى مـن الصخور ومن الأشـعة الكونيـة . سيؤدى استخدام هذه الوحـدة للتعبير عن جرعة الاشعاع التى يتعرض لها الفرد من حـدث أو حـادث تدخـل فيـه مـواد مشعة ، سيؤدى إلى تسهيل إصدار حكم صحيح عن تـأثيره ، و إلـى تجنـب أوجه القلق غير المبررة .

مقدمـــة

تلعب وحدات القياس دورا مهما فى العلوم الطبيعيـة إذ تتيـح إداركـا أسهل لتراتب حجم البنود التى تقاس . وهكذا تُتخذ فى الهندسة وحدات المتر والكيلوجرام والثانية . أما بالنسبة للمجالات التى تكـون فيهـا مرتبـة حجـم مـا يُدرس صغيرة جـدا أو كبيرة جدا ، فيكـون مـن الضـرورى ادخـال وحـدات مساعدة تتلاءم مع الممارسة اليومية. وبالتـالى يحـدث فـى علـم الفلـك أو فـى المجال الميكروسكوبى أن نستخدم حسب الترتيب وحدات السنة الضوئية(*) أو الأنجستروم(*) والنانومتر(*) .

زاد استخدام الإشعاع المؤيِّن زيادة هائلـة خـلال العقـود الأخيرة مـن السنين . وحدث ما يناظر ذلك من تطور فى وحدات قياس كثافة مصادر بـث الإشعاع وتقييم تأثيرها فى البشر.

أدى مـا يوجـد مـن حساسـية قصـوى فـى أجهـزة قيـاس النشـاط الإشعاعى، التى تكشف حتى عن اضمحلال ذرة واحدة ، أدى بممارسى العلم

(*) السنة الضوئية المسافة التى يقطعها الضوء فى سنة وهى ٩,٥ × ١٠^١٢ كيلومتر. (المترجم)

(*) الأنجستروم وحدة من ١٠^-١٠ مترا تستخدم للتعبير عن أطوال موجات الضوء والأشـعة والمسافات الذرية.(المترجم)

(*) النانومتر يساوى ١٠^-٩ متر أو جزء من البليون من المتر .(المترجم)

فى مجالاتهم المتخصصة، إلى أن يتعاملوا مع أرقام فيها عدد له قدره من الأصفار. وهكذا فإن وحدة البيكريل (Bq) تقيس كثافة مصدر يحدث فيه أن تضمحل فى المتوسط ذرة واحدة فى كل ثانية ؛ وهو يستخدم لمصادر الإشعاع الضعيفة . أما الميجا كورى فكثيرا ما يستخدمه المهندسون الذين يتعاملون مع النفايات الذرية ؛ والكورى (Ci) هو كثافة مصدر يحدث فيه أن تضمحل ٣٧ بليون ذرة فى كل ثانية - وبالتالى فهو يساوى ٣,٧ × ١٠^١٠ بيكريل.

تقييم تأثير الإشعاع فى الجسم البشرى يتضمن أسئلة أكثر تعقيدا . وتؤدى طبيعة الإشعاع المؤيِّن - أى جسيمات ألفا وبيتا وجاما والأيونات الثقيلة - إلى أن تجعل من الضرورى أن نضع فى الحسبان التنوع الكبير فى تخلف الطاقة عبر مسار الجسيم وفى فعاليتها فى إحداث اضطراب فى المادة الوراثية للخلايا الحية . ومازالت الميكانزمات التى تشارك فى هذه التأثيرات موضع خلاف ، ومازال مما يثير النقاش ما إذا كان هناك وجود لعتبة من مقدار معين لإحداث الضرر .

وحدات الإشعاع الحالية

هناك وحدات متفق عليها (يستخدمها شتى الأفراد والجماعات ممن يجب عليهم إصدار القرارات فيما يتعلق بالجرعات المقبولة من الإشعاع) تُستخدم عند الجمهور عموما وكذلك عند من يعملون فى المجال العلمى ، وتتأسس هذه الوحدات على الطاقة التى تتخلف عن الاشعاع المؤين . إلا أن هذه الوحدات تكاد تكون غير مفيدة فى توفير تقدير بديهى لطبيعة الإشعاع ومخاطره . دعنا نلاحظ فحسب فيما يتعلق بذلك ، أن جرعة الإشعاع المميتة للانسان تتطلب أن تتخلف عنها طاقة ترفع درجة حرارة الجسم بما لا يزيد عن جزء من الألف من الدرجة .

ووحدة الجراى (Gy) تطابق تخلف طاقة من جول(*) واحد لكل كيلو جرام من النسيج الحى . ويأخذ المرء فى الحسبات الحساسيات المختلفة للأعضاء البشرية المختلفة بأن يوزن مقدار تخلف الطاقة حسب معامل للفعالية ، الأمر الذى أدى إلى تعريف وحدة السيفرت(*) (Sv) . وأخيرا على الرغم من وجود اتفاق معقول على أن الجرعة المميتة هى أربعة أو خمسة سيفرت للفرد من البشر، إلا أن السلطات التنظيمية تفسر الحقائق المتاحة من إحداث حالة سرطان مميتة بجرعات منخفضة من الإشعاع على أنها تؤدى إلى أن يكون هناك احتمال لحالة سرطان تكون لها علاقة خطية بالجرعة ، دون عتبة محددة لمقدار مضر بالانسان . وعلى وجه التحديد ، فإن هناك معامل يبلغ ٠٤, من احتمال للسرطانات المميتة لكل وحدة سيفرت من اشعاع للجسد كله . ويتيح هذا المعامل توصيف مستويات الإشعاع التى يُسمح بها بأنها تلك المستويات التى لها احتمال خطر مقبول بالنسبة لمختلف أنواع السكان عند وزنها إزاء ما يحدث من فوائد للاقتصاد أو للصحة العامة ، وذلك عندما يُستخدم الاشعاع مثلا لتشخيص أو علاج الأمراض .

اقتراح وحدة جديدة ترتبط بالاشعاع الذى يتعرض له الجسم البشرى من من مصادر الإشعاع الطبيعية الخاصة به : الدارى

نحن نقترح طريقة تناول قد تؤدى إلى تقدير أكثر بداهة لتأثير جرعات الإشعاع الصغيرة . توفر الوحدة التى نقترحها تكوين فكرة بطريقة جد مباشرة عن المخاطر التى تترتب على مستوى معين من الإشعاع . وهى وحدة لها فاعلية بما يماثل الوحدات التى تستخدم حتى الآن ، والتى يمكن أن

(*) الجول وحدة للطاقة والشغل والحراراة تساوى الشغل الذى يتم عندما تتقدم قوة مقدارها نيوتن واحد بنقطة تطبيقها لمسافة متر واحد . والجول الواحد يساوى ١٠^٧ إرج . (المترجم)

(*) السيفرت : وحدة إشعاع تكافئ جول واحد لكل كيلو جرام . (المترجم)

تنسب لها الوحدة الجديدة على نحو دقيق. نحن نقترح وحدة الداري. ومقدار هذه الوحدة قريب من الإشعاع الذى يخبره أحد الأفراد خلال سنة واحدة ، كنتيجة للإشعاع الذى تبثه المواد النشطة اشعاعيا الموجودة فى الجسم البشرى وليس لها علاقة بأى نوع من العمل . ويحدد الدارى بدقة بأنه ٠,٢ مللى سيفرت ، وإن كانت الجرعة السنوية ذاتها أقل بما يقرب من ١٠ فى المائة .

هناك مادتان مشعتان أساسيتان تسهمان فى هذا الإشعاع الداخلى وهما بو٤٠ (نظير طبيعى للبوتاسيوم يشكل عنصرا دائما فى الأنسجة الحية) والكربون١٤ (ك١٤) الذى يتكون فى الهواء بواسطة الأشعة الكونية ويوجد فى كل الكائنات الحية .

ونحن نفضّل هذا المعيار من الإشعاع الداخلى عن المعيار الذى يمثل متوسط ما يتعرض له الانسان من إشعاع من كل المصادر الطبيعية - والذى يصل إلى مستوى أكبر بعشرة أمثال . وهذا المقدار الإجمالى يختلف حسب الجغرافيا والارتفاع اختلافا كبيرا بما يجعل هذا المقدار غير مفيد كمعيار معقول .

ينبع اهتمامنا بمعيار الدارى من حقيقة أننا نجد أنه حتى الإشعاعات الأضعف كثيرا من هذا التعرض الداخلى يثور من حولها خلاف بلا طائل ويمكن أن يحرّف من خيارات حاسمة . كأن يحرّف من الخيارات المتعلقة بالإمداد بالطاقة لقرون قادمة.

سوف نناقش أولا باسهاب أصل هذا الإشعاع الداخلى ، الأمر الذى سيتيح لنا أن نقدر بسهولة مقياسا لأحداث أو حوادث معينة تتعلق بالقوة النووية .

المصادر الطبيعية للإشعاع الداخلى والخارجى

تشكل كوكبنا بتجمع الغبار من النجو الميتة . وقد تكونت كل العناصر الكيميائية التى تكوّن الأرض من خلال تفاعلات نووية حدثت خلال كل حياة هذه النجوم . وهناك عناصر معينة مشعة يبلغ متوسط عمرها مئات الملايين أو آلاف الملايين من السنين تبقى موجودة دائما .

يلعب كل من اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم دورا مهما فى تشكيل اللب المصهور للأرض . وقد أدت طاقة إشعاعاتها إلى أن تصهر وتبقى الكرة المنصهرة من الحديد - النيكل التى يبغ قطرها ما يقر من ٣٥٠٠ كيلو متر ، والتى تشكل قلب كوكبنا .

توجد هذه النفايات المشعة الأولية فى كل مكان فينا . وبو٤٠، النظير الطبيعى للبوتاسيوم له عمر نصف من ١,٣ بليون سنة . وهو يتخلل الكائنات الحية ، ويستضيف الجسم البشرى الذى يزن ٧٠ كيلو جرام ما يقرب من ٦٠٠٠ بيكريل - أى ٦٠٠٠ اضمحلال لكل ثانية .

اليورانيوم واسع الانتشار فوق الأرض وهو يكوّن ما يقرب من ثلاثة أجزاء من المليون من القشرة الأرضية . ووجوده فى الصخور يسهم بجزء له قدره من الإشعاع الطبيعى الذى يتعرض له البشر . وهو يسهم أيضا فى ذلك بواسطة النشاط الإشعاعى لأحد العناصر الموجودة فى سلسلة اضمحلاله - أى الرادون ٢٢٢(عمر النصف ٣,٨ من الأيام) ، وهو غاز نبيل يبث جسيمات ألفا . والرادون هو وأبناؤه من العناصر المشعة مسئولون عن أكثر من نصف الإشعاع الطبيعى الذى يتعرض له البشر ؛ توصى حكومة الولايات المتحدة بتهوية البيوت تهوية فعاله للإقلال من مستوى الرادون المنبعث من مواد البناء أو من التسرب من الصخور القابعة فى أسفل.

الطاقة النووية والصحة العامة

أصبح لليورانيوم أهمية خاصة منذ اكتشاف الطاقة النووية . ويمكن عن طريق انشطار اليورانيوم فى مفاعل نووى استخلاص قدر من الطاقة من اليورانيوم المأخوذ من أى جزء معّين من القشرة الأرضية وكأنه فحم خالص.

وينتج بالطبع عن تكلفة استخلاص اليورانيوم من رواسب ضئيلة هكذا، أنه يتم حاليا الحصول عليه من الرواسب القليلة جدا للنوع الأرضى من خامات ركازه - والتى يتراوح ما بها من اليورانيوم بالوزن بين ٠,١ فى المائة إلى ١٤ فى المائة . على أنه قد اتضح من الدراسات أنه يمكن الحصول على اليورانيوم من مياه البحر (حيث يشكل فقط ما يقرب من ثلاثة أجزاء من البليون بالوزن) وذلك بتكلفة تزيد حاليا بخمسة عشر إلى خمسين مثل فقط عن التكلفة المطلوبة للحصول على اليورانيوم من أماكن ترسبه ، والذى يُستخدم الآن لتغذية محطات القوى النووية . وبالتالى فإن استخلاص اليورانيوم من مياه البحار يطرح مصدرا بتكلفة محتملة وإمدادا لوقود القوة الانشطارية هو عمليا إمداد بلا حدود .

نحن يتهددنا فى المستقبل على مدى بعيد بدرجة أو الأخرى، أن تُستنفد مصادر الطاقة المبنية على الوقود الأحفورى ، وبالتالى فإنه يحق لنا أن ننظر أمر الدور الرئيسى الذى يمكن أن تلعبه الطاقة النووية . ويصدق هذا بالذات عندما نضع فى الاعتبار تزايد ظاهرة بيت النباتات نتيجة انبعاث ثانى اكسيد الكربون إلى الجو بواسطة الاحتراق المعتاد للفحم ، أو البترول ، أو حتى الغاز الطبيعى . إلا أنه ينتج عن الكمية الهائلة من النشاط الإشعاعى الناجمة فى سياق إطلاق الطاقة بواسطة الانشطار ، أن تنشأ على نحو حتمى أسئلة وهواجس من قلق حول الخطر الذى يتعرض له جيلنا والأجيال المقبلة عند نشر القوى النووية على نطاق واسع .

تتوقف درجة تقبل القوة النوويه على ما يوجد من موارد للبلاد المنفردة ، ولكنها تتوقف أيضا على عمل تقييم واقعى لمخاطر ومشاكل المصادر المختلفة البديلة للطاقة التى يتعرض لها النوع البشرى . وتزيد صعوبة اتخاذ القرارات بما يحدث أحيانا من منازعات ذات طابع لا منطقى فيما يتعلق بما يصيب أفراد البشر من تأثيرات بفعل الإشعاع المؤين بمصادره المختلفة والذى سنتعرض له، طوعا أو كرها.

إحدى المشاكل الرئيسية الموجودة الآن فى التو بالنسبة للصناعة النووية هى أن عليها أن تثبت أنها قادرة على العناية بأمر النفايات المشعة الناجمة عن محطات القوى النووية بطريقة مرضية لعدة أجيال قادمة ، وأنها قادرة على التخلص عمليا من أى إمكان لكارثة كبرى مثل كارثة تشيرنوبل فى ١٩٨٦.

حتى نصدر حكما سليما على مختلف ما يطرح من إجراءات لفعل ما، سيكون من المفيد أن نضع فى الحسبان الإشعاع الذى يتعرض له البشر لأسباب مستقلة عن الطاقة النووية .

الأهمية النسبية لمصادر الإشعاع الطبيعية ، الداخلية أو الخارجية

يشكل الإشعاع الصادر عن مصادر داخلية الأرضية المطلقة التى يستحيل النزول إلى ما هو أقل منها . اما الإشعاع الطبيعى بوجه عام ، وهو أكبر بعشرة أمثال من المصادر الداخلية ، فيمثل المستوى الذى ينبغى أن نرجع إليه لتقييم ما يفرض من حدود على التعرض للإشعاع من الصناعة النووية ، ولتقييم مدى خطورة الأحداث أو الحوادث . سوف نفحص الآن أمر مصادر عديدة تسهم فى الاشعاع الطبيعى ، مستخدمين وحدة الاشعاع السيفرت أو جزء من الألف منها – أى مللى سيفرت . تطلق الأشعة الكونية رذاذا على الأرض وتثير تفاعلات نووية فى أعالى الجو تنتج عن البروتونات النشطة للأشعة الكونية . وتسهم الأشعة الكونية عند مستوى

سطح البحر بمقدار من الإشعاع يصل سنويا إلى ما يقرب من ٠,٥ مللى سيفرت . تتزايد كثافة هذا الإشعاع بالارتفاع ، وهذا يسهم بمزيد من الاشعاع فى السنة بالنسبة لطواقم الطيران بما يعلو على ما هو مسموح به قانونا للعاملين فى الصناعات النووية – أى ٥٠ ميللى سيفرت لكل سنة .

تحول الأشعة الكونية النيتروجين الموجود فى الجو إلى كاربون مشع – أى ك١٤ وله متوسط عمر نصف من ٥٠٠٠ سنة . يوجد ك١٤ فى الجو فى شكل ثانى أكسيد الكربون . وإذ تدمجه النباتات فى أنسجتها ، فإن ك١٤ يتخلل كل الأشياء الحية ، ومعه بو٤٠ الموجود منذ نشأة الأرض مما يسهم بأهم جزء من الإشعاع الداخلى واصعب الأجزاء فى تجنبه . وبالنسبة لشخص يزن ٧٠ كجم، يسهم ك١٤ بما يقرب من ٤٠٠٠ بيكريل ؛ وهذا مع ٦٠٠٠ بيكريل من بوتاسيوم ٤٠ يجعل لدى كل فرد. نشاط إشعاعى من ١٠٠٠٠ بيكريل فى المتوسط للإنسان . وعندما يؤخذ فى الحسبان الفعالية البيولوجية النسبية لهذا الإشعاع على الأعضاء المختلفة ، فإن هذا المصدر الذي يبلغ ١٠٠٠٠ بيكريل يسهم بما يقرب من ٠,١٧ مللى سيفرت لكل سنة. وفيما يعرض فان هذا القدر من ٠,١٧ مللى سيفرت فى السنة يكون هو نفسه بالنسبة للطفل أو البالغ أيا كان الوزن ، حيث أن ما يقيسه السيفرت هو الطاقة المتخلفة لكل كيلوجرام- أى جول واحد لكل كيلوجرام .

دعنا الآن نقارن هذا المستوى بالإشعاع الكلى الذى يتعرض له البشر من المصادر الطبيعية الأخرى ، والذى يصل إجماله كما ذكرنا لما يقرب من ٢ مللى سيفرت فى السنة . يلزم للمرء أن يأخذ فى الحسبان إشعاع التربة التى تحوى مواد مشعة بدرجة أو أخرى – وأخصها البوتاسيوم واليورانيوم . يوجد فى فرنسا نسبة تباين بعامل من ثلاثة ، إبتداء من ١ مللى سيفرت فى ضواحى باريس ، حتى مقادير من ٣ مللى سيفرت فى بريتانى . يوجد فى كوكبنا مناطق واسعة مأهولة حيث الإشعاع الطبيعى أعظم كثيرا . وبالإضافة

إلى التعرض للإشعاع من الصخـور ، هنـاك النشـاط الإشـعاعى الـذى يرجـع للرادون ، ولكثافة الأشعة الكونية التى تختلف بالإرتفاع.

يصل الإشعاع الطبيعى الذى يتعرض لـه مواطنـى الولايـات المتحـدة فى المتوسـط إلـى مـا يقـرب مـن ٢,٥ مللـى سيفرت لكـل سـنة ، بمـا يمـاثل المتوسط فى فرنسا، ويجب أن يضاف إلى ذلك الإشـعاع الـذى يرجـع للمـواد الطبية التشخيصية - ويصـل إلـى ١ مللـى سيفرت لكـل سـنة . مقـدار تبـاين الإشعاع الطبيعى بفرنسا ، بما يقرب من ١ مللى سيفرت فـى السـنة ، يفـوق الحد الذى يفرضـه القـانون لتعـرض السـكان المدنييـن لإشـعاع مـن الصناعـة النووية . وحتى الآن ليس فـى الامكـان أن نـبرهن عنـد هـذا المسـتوى علـى وجود تأثير فى الصحة العامة ؛ فليس هناك دليل مباشر على أى ضرر يسببه إشعاع بهذا القدر .

يبدو لنا أن من المنوّر أن نختار كوحدة عملية للإشـعاع وحـدة قريبـة لما ينجم عن الإشعاع الذى لايمكن تجنبه والذى يبثه بو ٤٠ وك١٤ فى الجسـم، ويصل إلى ٠,١٧ مللى سيفرت لكل سنة ، وهو إشعاع يوجد على نحو متسق تماما بين سكان العالم . وقد جعلنا هذا رقما مستديرا من ٠,٢٠ مللى سيفرت لكل سنة وأسميناه "الـدارى" . وحسـب مـا ذكرتـه اللجنـة الدوليـة للوقايـة مـن الإشعاع ، فإن التعرض لدارى واحد يصل بنا إلى احتمال للتعرض للسرطان المميت قدره ١٠ أجـزاء مـن المليـون الواحـد . وإذا كـان السـرطان المميـت يناظر تقصير أمد الحياة بعشرين سنة ، فإن كل دارى يكلف الفرد ساعة مـن الزمن المتوقع للحياة . هذه الحسابات يرفضها البعض ممـن يعتقـدون بوجـود عتبة بحيث إذا كان الإشعاع أقل منها فإنه لا يضـر. وفـى أى مـن الحـالين ، فإن تكلفة من ساعة لكل سنة لهى رخيصة كثمن ندفعـه لأن يوهـب لنـا جسـد يُورَث من النجوم والأشعة الكونية .

يصل التباين الطبيعي من مكان لآخر لما يقدر بخمس من وحدات الدارى أو أكثر . ومع ذلك ينبغى ألا نؤيد إضافة ولو دارى واحد إلى حمل الفرد من الإشعاع إلا بعد أن ننظر أمر مزايا ذلك لهذا الفرد وللمجتمع . يبرهن جدول (١) على الأهمية النسبية للمصادر المختلفة المنتشرة للإشعاع .

عندما يُفرض على عامل فى الصناعة النووية أن يتعرض إلى ٢٥٠ دارى، فإن هذا يناظر أن يقل عمره المتوقع بمقدار (٢٥٠ ساعة) بما يساوى ما ينتج عن تدخين خمس لفافات من السجائر فى كل يوم خلال العام نفسه .

ينبغى أن نقارن بين هذا الخطر للإصابة بالسرطان بالنسبة لعامل يتلقى اقصى جرعة مسموح بها فى الصناعات النووية وبين المخاطر المهنية المصاحبة للأنشطة الصناعية أو التجارية الأخرى . وكمثل ، فإن قيادة سيارة فى حركة المرور تعرض السائق لأدخنة العادم المسرطنة (وخاصة المواد الدقيقة الحجم) بنسبة خطر أكبر للإصابة بالسرطان .

وقد راينا مؤخرا فى فرنسا مناقشات عنيفة حول الإطلاق العارض للإشعاع الذى يكون تأثيره أقل من جزء من المائة من وحدة دارى ، بما يعرض فحسب جزءا محليا من السكان لهذا التراكم الدقيق للإشعاع .

يضع الدارى هذه المناقشات العنيفة فى حجمها الصحيح ، حيث أن تأثيرها فى المشهد السياسى وفى وسائل الإعلام له حجم لا يتناسب فى كبره مع مادة النقاش . وينبغى أن يتركز الخلاف فيما يتعلق بالطاقة فى المستقبل على المشاكل التالية :

- ماهى المخاطر الحقيقية والنسبية لمصادر الطاقة المختلفة المتاحة الآن للبشرية ؟
- ما هى الخيارات ، بعد استنفاد إمدادات الطاقة الأحفورية ؟

نحن نتوقع أن يصل عدد سكان الأرض إلى ٩ بلايين انسان في منتصف هذا القرن ، بالمقارنة بستة بلايين في وقتنا هذا . يصل عدد السكان الذين يموتون من السرطان في الدول الصناعية إلى ٢٠ في المائة . ونجد أنه قد تحدد أن نصف مصادر السرطان تقريبا ترجع إلى أسلوب الحياة - التدخين ، الكحوليات ، السمنة ، الغذاء - وكلها كما يبدو يمكن تجنبها . ومن المعتقد أن ما يقرب من ٢ في المائة من حالات السرطان تنشأ عن مواد مسرطنة تستخدم في الصناعة أو تنشأ عن أدخنة عادم السيارات .

جدول (١) . الأهمية النسبية لمصادر الإشعاع المنتشرة المختلفة

٠,١ داري	الجرعة المتلقاة في فرنسا من صناعات القوى النووية
٥ داري	التربة في ضواحي باريس
٥ داري	الأشعة الكونية عند مستوى سطح البحر (تزيد بالارتفاع بمقدار داري واحد لكل ٥٠ متر)
٥ داري	متوسط تصوير الأشعة التشخيصي (*)
٥ داري	الحد المثبت لتعرض الجمهور لإشعاع من الصناعات النووية
١٠ داري	التربة في بريتاني
٤٠ داري	التعرض مرة واحدة للتصوير المقطعي CAT scan
٢٥٠ داري	الجرعي القصوى السنوية للعامل في الصناعات النووية
٢٥٠٠٠ داري	الجرعة المميتة للإنسان المتوسط
٣٠٠٠٠٠ إلى ٥٠٠٠٠٠ داري	الجرعة التي تعطى كإشعاع محلي لعلاج السرطان

(*) المقصود بالداري أن يمثل جرعة فعالة . وعندما يصل إلى الجانب الأيسر من الجسم جرعة من ٢ مللي جراي من أشعة جاما ، تكون الجرعة المكافئة (والفعالة) للجسم كله مللي سيفرت واحد أو ٥ داري . وحسب الفرض الخطي لتأثيرات الجرعات المنخفضة للإشعاع ، ستنتج نفس كمية احتمال الإصابة بالسرطان كما لو كان قد وصل مللي سيفرت واحد للجسم كله - هذا مع أنه لو ظهر أي ورم فسوف يظهر في الجانب

الأيسر فقط من الجسم . تنطبق طريقة تناول مماثلة على تأثير الجرعة التشخيصية الصغيرة لليود المشع – حيث سيقتصر تأثيرها على الغدة الدرقية ولكن هذا التأثير يمكن التعبير عنه بما يكافئه من جرعة للجسد كله وذلك بوحدات من المللى سيفرت أو الدارى .

يجب أن ننتبه لأن نقلل إلى أدنى حد من كل هذه المخاطر ، خاصة أكثرها أهمية. والمخاطر التى ترجع إلى الإشعاع هى من المخاطر التى يسهل قياسها أكثر من غيرها ، ويجب أن نبقى مستواها عند الحد المقبول . وفيما يبدو فإن ما يناسب قياس ذلك هو وحدة قياس تضع فى الحسبان ما عند الانسان من إشعاع ذاتى طبيعى لايمكن تجنبه ، على أن نبقى نصب أعيننا أنه لم تتم مباشرة البرهنة على أن هذا الإشعاع له تأثير فى الصحة .

حسب المعايير الصارمة التى تستخدمها السلطات التنظيمية لتقييم تأثر الاشعاع على الصحة العامة ، سنجد أن الوحدة من الدارى تؤدى إلى تقصير العمر بما يقرب من ساعة واحدة لكل سنة . وبالتالى ، فإن الفرنسيين يفقدون ستة دقائق لكل سنة بسبب اعتمادهم على القوى النووية – وهذا بكل تأكيد أقل من نسبة خطر الفحم كبديل. على أنه يتبين من الجدول ان من الأمور التى لها أهمية له قدرها أن نقلل من تعرض الفرد فى المتوسط لأشعة إكس التشخيصية ، وهذه الأشعة تؤدى حسب هذه الحسابات نفسها إلى تقصير الحياة بمتوسط من خمس ساعات لكل سنة .

بناء فهم الجماهير للعلم

مسألة ثقة

جوديث أ. رامالى

ألفت جين جريجورى هى وستيف ميلر كتابا دراسيا حديثا عنوانه "العلم عند الجماهير" (١٩٩٨) ناقشا فيه حقيقة أن العلماء وصناع السياسة يصممون الآن على أنه " يجب أن يفهم الجمهور العلم إذا كان لأفراده أن يكونوا مواطنين صالحين ، لهم القدرة على أداء وظيفتهم أداء صحيحا كعاملين وناخبين فى عصر تكنولوجى". مالذى يعنيه فعلا الفهم الجماهيرى ؟ تنشر المؤسسة القومية للعلم كل سنتين تقريرا عنوانه "مؤشرات العلم والهندسة" (اللجنة القومية للعلم ٢٠٠٠) ، وفيه إجابة ضمنية عن السؤال على أساس ما يتوفر من بيانات ، وهى أن الفهم الجماهيرى يتضمن (١) الاهتمام بالعلم والتكنولوجيا والانتباه لهذه القضايا وإدراك أن العلم والتكنولوجيا يوجد فى كل منهما أوجه قوة وأوجه قصور باعتبار أنهما مشروعان بشريان ؛ و(٢) تفهم المفاهيم والمفردات العلمية والتكنولوجية ؛ و (٣) اتخاذ المواقف تجاه قضايا سياسة العلم والتكنولوجيا ؛ و(٤) استخدام شتى مصادر المعلومات العلمية والتقنية إبتداء من وسائل الإعلام المطبوعة حتى شبكة ويب (اللجنة القومية للعلم ٢٠٠٠).

ترى ما مقدار ما "يعرفه" مواطنونا فعلا عن العلم ؟ حسب "مؤشرات العلم والهندسة"(٢٠٠٠) نجد أن ما يقرب من ٢٠ فى المائة من البالغين فى الولايات المتحدة متنورين جيدا جدا بالمعلومات عن الاكتشافات العلمية الحديثة وعن استخدامات ما هو حديث من الاختراعات والتكنولوجيات ، وقد عبر معظم البالغين عن اهتمام بهذه المسائل . وليس غير ما يقرب من ٢٥ فى المائة فقط من الأمريكيين يفهمون طبيعة البحث العلمى فهما كافيا لأن يجعلهم يصدرون احكاما متنورة عن الأسس العلمية للنتائج التى يرد ذكرها

فى وسائل الإعلام. وليس هناك إلا ما يقرب من ١٤ فى المائة فقط من الأمريكيين يكونون متنبهين لقضايا سياسة العلم والتكنولوجيا ، إلا إذا حدثت أزمة من نوع ما تجذب انتباهم وقلقهم . يتلقى الأمريكيون معظم معلوماتهم عن قضايا العلم والسياسة العامة عن طريق برامج الأخبار بالتليفزيون وعن طريق الصحف (اللجنة القومية للعلم ٢٠٠٠) ، ولهذا فإن من المهم أن نفكر فى أمر الطريقة التى تُعرض بها القضايا العلمية من خلال هذه الوسائل الإعلامية وأن نفكر أيضا فى مدى حسن تهيئة المواطنين حتى يحكموا حكما نقديا على ما يرونه ويسمعونه .

من المهم أيضا أن نجيل الفكر حول موضوع جديد نسبيا وهو "التعلم بشبكة ويب" . تنتشر الآن تكنولوجيا الكمبيوتر والتوصل إلى الانترنت فى أماكن العمل ، والمواقع الجماهيرية مثل المكتبات والمتاحف والبيئات المنزلية، ومع هذا الانتشار يتزايد أيضا عدد الأفراد الذين يحاولون الحصول على معلومات محددة من شبكة ويب. والحقيقة أن ويب أخذت فى التحول إلى نوع من مكتبة جماهيرية . يقدر تقرير"مؤشرات العلم والهندسة، ٢٠٠٠" أن ما يقرب من ٨,٨ مليون فرد قد حاولوا العثور على بعض معلومات علمية من ويب ، بما فى ذلك معلومات عن قضايا مازالت قضايا خلافية إلى أقصى درجة فى هذا البلد - كالقوى النووية ، والهندسة الوراثية ، واستكشاف الفضاء . ما هو مدى استعداد مواطنينا لتمييز المصادر الصادقة للمعلومات عما يوجد من عروض سيئة غير مفيدة بل وخطرة تعرض لما هو موجود وما هو غير موجود ؟

عدم ثقة الجمهور بالعلم

لماذا تنعدم ثقة أناس كثيرين هكذا بالعلم ؟ هناك عنصر جديد قد أضيف إلى مفهومنا عن تعلم العلم ، وهو أهمية الاعتقاد والثقة بالعلم والعلماء وصناع السياسة الذين يصنعون القرارات بشأن القضايا التى لها

اساس علمى أو تكنولوجى . وعلى الرغم من أنه يحدث فى الأوقـات الهادئـة أن ٨٥ فى المائة من الأمريكيين يعتقدون أن حال العـالَم أفضـل بسـبب العلـم (اللجنة القومية للعلم ٢٠٠٠) ، إلا أن الأختبار الحقيقى لما يعتقده الناس يتأتى عندما يكون الناس فى حالة رعب . حتى نفهم ديناميات الاستجابة الجماهيرية أثناء حالة رعب ، يمكن لنا أن نتحول إلى المملكة المتحدة ، حيث تـم اختبـار فهم الجماهير للعلم فى قضايا أثارت قلقا خطيرا ، مثـل مـرض جنـون البقـر والأغذية المعدلة وراثيا . ويقال عن المملكة المتحدة فى هذا الصدد ،

> كثيرا ما يلتقـى العلم بالجمـاهير فـى أوقـات الأزمـات . ويتـم توجيه العلاقة بينهمـا علـى نحـو سـريع حـاد بواسـطة وسـائل الإعلام، التى تؤكد علـى الانفعـالات لتحـل مكـان "الحقـائق " التى تكون غالبا نادرة . وعندما لا يتمكن العلماء من الاتفـاق على حل لمشكلة علمية ، لن يكون مما يثير الدهشة أن يتحول الجمهور إلى الحلـول الأخلاقيـة أو العاطفيـة ليسـتطيع أفـراده مواصلة حياتهم. ووجود مثل هذه البيئـة العاليـة الشـحنة يدفـع كل من يشارك فى الأمر إلى إجراءات عمليـه متطرفـة والـى استقطاب فى الآراء ، وكثيرا ما ينتج عن ذلك انهيار كل مـن الثقـة والتواصـل بيـن السـلطات السياسـية والعلميـة وبيـن الجماهير التى يزعمون أنهم يخدمونهـا . (جريجـورى وميـلر ٢٠٠٠)

أصدرت اللجنة المنتخبة للعلم والتكنولوجيا فى مجلـس اللـوردات فـى سنة ٢٠٠٠ تقريرا عن "العلم والمجتمع " (مجلـس اللـوردات ٢٠٠٠) ويوثـق هذا التقرير تغييرا واضحا فى طريقة تنـاول العلمـاء البريطـانيين والرسـميين الحكوميين تجاه المشـاركة مـع الجمـاهير حـول القضايـا العلميـة . حسـب مـا يذكـره ألان ايرويـن (٢٠٠١)، هنـاك تحـول فـى الاسـتراتيجية ، وبـدلا مـن "تنويـر" الجمهـور بالمعلومـات أصبحـت الاسـتراتجية هـى 'الحديـث' إلـى

الجمهور ، وقد بدأ هذا التحول مع نشر تقرير للجنة الملكية للتلوث البيئى فى ١٩٩٨، الذى يتخذ قدرا أعظم كثيرا من "الشفافية والانفتاح داخل مجال اتخاذ القرار " ويؤكد على أهمية مشاركة الجماهير بطريقة لها معناها فى فحص القضايا السياسية وتعيين القيم . وأسباب القلق التى ينبغى أن يتناولها صناع السياسة .

الحوار الذى يدور فى المملكة المتحدة عن الفهم الجماهيرى للعلم يتركز الآن على حاجة الجماهير لفهم الطبيعة الأساسية للايقين العلمى والطرائق التى يجرى بها سياق البحث العلمى . أدرك البريطانيون الضرورة المطلقة للانتباه لثقة الجماهير وحسن اعتقادها . وقد تعلموا أن الثقة لا يمكن اكتسابها عن طريق مجرد توفير المعلومات حول العلم وإنما عن طريق الحوار والنقاش المباشرين حول القضايا. ويشار إلى هذه المهمة بأنها "إحلال النموذج المعيب" (بمعنى فكرة أن من الضرورى فحسب أن نوفر للجمهور الحقائق وأن أفراده عندها سوف يفهمون ويوافقون على القرارات المؤسسة على المُدخل العلمى) فنضع مكانه نموذجا من الأمانة ومن إحترام مصالح الجماهير وحاجتهم إلى بنية واضحه من الأخلاقيات والقيم تقع فى الأساس من الحقائق .

وكما يوضح تقرير مجلس اللوردات (مجلس اللوردات ٢٠٠٠) ، فإن " المعرفة التى يتم الحصول عليها بواسطة البحث العلمى ليس لها هى نفسها بعد أخلاقى ؛ إلا أن طرائق متابعتها ، والتطبيقات التى قد تستخدم فيها هى التى تتشارك حتميا بالأخلاقيات". ويمكن للمرء أن يحاج أيضا بأن هذه الأبعاد الأخلاقية لها أساس عاطفى يفرض نفسه بقوة ويجب أيضا أن نتعامل معه . والكثيرون ممن يواجهون إحدى الأزمات يلتمسون الوصول للراحة والتخلص من مخاوفهم ، ولا يلتمسون الحقائق . وتقترح اللجنة المنتخبة لمجلس اللوردات أنه "عندما يعلن العلماء القيم التى فى الأساس من أبحاثهم،

وعندما يشاركون فى قيم ومواقف الجماهير ، فإنه يصبح من المرجح عندها لأبعد حد أن يسيطروا على دعم الجماهير لهم وأن يولدوا ثقتهم فيهم . ويجب على صناع السياسة أن يزنوا هذه المواقف والقيم فى تواكب مع وزنهم للإكتشافات العلمية".

أصدر مركز لندن للحكم الرشيد مشروع " بصيرة المواطن " الذى دمج فيه بين المشاركة المباشرة للمواطنين وبين الابتكار والعلم عند التعامل مع مستقبل الزراعة ومنظومة الطعام (إروين ٢٠٠١) . تم اختيار إثنى عشر مواطن بريطانى عشوائيا ليحضروا معا عشرة اجتماعات اسبوعية للاستماع إلى البراهين التى تُذكر لهم، وليسألوا أسئلتهم ، وبتوصلوا إلى استنتاجاتهم الخاصة بهم . ثم اختار اعضاء هذه اللجنة غير المتخصصة الموضوعات المعينة التى يرغبون فى فحص أمرها لمدى أبعد ، ودعوا شهودا خبراء ليتناولوا هذه المسائل، ثم توصلوا من ذلك لاستنتاجاتهم الخاصة . ولم تقتصر اللجنة على أن تدرس الحقائق وحدها وإنما درست أيضا القضايا الأخلاقية والعاطفيه الأعمق التى تصاحب المسائل حول امدادات الطعام والتكنولوجيات الزراعية . يبرهن مشروع " بصيرة المواطن" على أن المعرفة العلمية يجب أن تتأسس على أساس من الأخلاق والآخلاقيات يرى الجمهور أن له شرعيته ويوافق عليه بإعتبار أن فيه استجابة لاحتياجاته ومصالحه .

الاستراتيجيات التعليمية لبناء تفهم للعلم

ما هى الاستراتيجيات التعليمية التى يمكن ان نستخدمها لبناء تفهم للعلم يكون صادقا من الوجهة العاطفية ، ويكون موثوقا به مثلما هو مفيد ؟ أصبحنا فى السنوات الأخيرة متعودين على الحديث عن أهمية ترويج فهم جماهيرى للعلم من خلال الطريقة التى يُعلم بها العلم فى المدارس . صدر حديثا تقرير فى مجلة "فيزيكس توداى" (الفيزياء حاليا) ، كتبه لوبيز وشولتز (٢٠٠١) وحاجًا فيه بأن هناك ثورتين قد غيرتا طريقة تناول تعليم العلم فى

مرحلة الصفوف من الحضانة إلى الصف الثامن. إحدى هاتين الثورتين هى فى أهداف تعليم العلم (فكرة أن العلم يكون لكل الأمريكيين)، والأخرى هى ثورة فى طريقة تعليم العلم (ينبغى أن يكون العلم شيئا يفعله الطلبة ، وليس شيئا يُفعل لهم) . وكما يطرحان ، فإن "فكرة أن تعليم العلم ينبغى أن يكون لكل الأطفال ، وليس فحسب لأفضلهم وأذكاهم ، فكرة تعكس تغيرا حديثا أساسيا فى العلاقة بين العلم والمجتمع (لوبيز وشولتز ٢٠٠١) .

هناك مشروع ٢٠٦١ للجمعية الأمريكية لتقدم العلم ، وهو مشروع كثيرا ما يستشهد به كعلامة طريق مهمة لهذا التفكير الجديد حول دور العلم والمجتمع . يعلن مشروع " العلم لكل الأمريكيين" أن من الممكن بناء "جوهر مشترك لتعليم العلم والرياضيات والتكنولوجيا لكل الشباب ، بصرف النظر عن ظروفهم الاجتماعية وطموحاتهم بالنسبة لمستقبلهم المهنى" (الجمعية الأمريكية لتقدم العلم ١٩٩٠) .

يوجه " مشروع ٢٠٦١" بعض أوجه نقد خطيرة ضد طريقة تعلم العلم فى معظم المدارس. وعلى الرغم من أن المشروع كُتب فى ١٩٩٠ ، إلا أن هذا النقد مازال فيه ما يصدق كثيرا حتى الآن .

> الكتب الدراسية للعلم هى وطرائق التعليم ، أبعد من أن يكون فيها ما يفيد، وكثيرا ماتعوق فعلا التقدم فى تعلم العلم . وهى تؤكد على تعليم الإجابات أكثر مما تؤكد على استكشاف المسائل ، وتؤكد على الذاكرة على حساب التفكير النقدى ، وتؤكد على شدف وشذرات من المعلومات بدلا من الفهم من خلال سياق ، وتؤكد على التسميع أكثر من النقاش ، وعلى القراءة بدلا من الفعل . وهى تفشل فى حث الطلبة على أن يعملوا معا ، وأن يتشاركوا أحدهم مع الآخر بحرية فى الأفكار

والمعلومات ، أو أن يستخدموا الأدوات الحديثة في توسيع قدراتهم الذهنية . (الجمعية الأمريكية لتقدم العلم ١٩٩٠).

ما من عجب أن الكثيرين من البالغين يتذكرون العلم كشئ يجب تجنبه بكل ثمن وكثيرا ما يفشلون في رؤية أي ارتباط له معنى بين العلم وحياتهم الخاصة ومصالحهم الخاصة . وليس مما يدهش أيضا أن نجد في أوقات الأزمة والرهبة أن البالغين الذين تعلموا ما يعرفونه من علم بهذه الطريقة يتحولون إلى واعظين روحانيين ويعتمدون على الإشاعات مهما كانت بلا أساس ، بدلا من أن يلتمسوا المعلومات العلمية أو من أن يتحولوا إلى العلماء طلبا للإرشاد والنصح .

الفكرة القائلة بأن العلم للجميع فيها عودة إلى فلسفة تخللت التعليم العام في أواخر القرن التاسع عشر . وحسب ما تذكره ديان رافيتش (٢٠٠٠)، فإن المدارس في ذلك العهد كان يعهد إليها بتعليم كل الأطفال إلى مستوى رفيع . فرجال التربية في ذلك العهد كانوا يؤمنون بأن أفضل طريقة للإرتقاء بالمجتمع هي أن نقدم تعليما سليما لأكبر عدد ممكن من الأفراد . أما في القرن العشرين فقد حدث طول فترة ممتدة من التعليم المتوالي ، أن عمل المصلحون على جعل المدارس أكثر اتصافا بأنها عملية ، وفيها مساواة ومنفعة . وكان الشباب خلال معظم النصف الأول من القرن العشرين يدخلون قوة العمل مباشرة بعد الصف الثامن أو بعد المدرسة الثانوية . وحاج المصلحون بأنه لاحاجة للشباب لأن يهذبوا ويدربوا عقولهم بدراسة اللاتينية او العلم أو التاريخ . فما يحتاجونه هو تعلم المهارات العملية. وتحاج رافيتش بأن النتيجة الخالصة لهذه الحركة هي نشأة نزعة قوية ضد النشاط العقلي في هذا البلد وعدم الثقة في الخبراء من كل نوع . وتحركت الأمة بما يبتعد عن أي مقرر دراسي أكاديمي قوي ، وذلك فيما عدا تلك القلة من الشبان – ومن

الشابات الأقل عددا – الذين كانوا يستعدون لدخول الكليات. وحسب ما تذكره رافيتش (٢٠٠٠) ، " كلما حدث تخفيف للمقرر الأكاديمى أو إقلاله لحد أدنى، خرّج ذلك أعداد كبيرة من الأطفال من خلال النظام المدرسى دون الاستفادة من تعليم حقيقى . وإذ فقد المقرر الأكاديمى أهميته كالبؤرة الرئيسية لنظام المدارس العامة ، فقدت المدارس مرساتها، وإحساسها برسالتها، والتزامها الأخلاقى الشديد للارتقاء بكل طفل عقليا" .

نحن الآن قد درنا دائرة كاملة لنعود إلى فلسفة رجال التربية منذ قرن مضى . وكما أُعلن فى مشروع ٢٠٦١ ، فإن " مستقبل أمريكا – أى قدرتها على خلق مجتمع عادل حقا ، ومواصلة حيويتها الاقتصادية ، وبقاؤها آمنة فى عالم تمزقه العداوات – أمر يعتمد أكثر مما فى أى وقت سابق على خصائص ونوعية التعليم الذى توفره الأمة لأطفالها" (الجمعية الأمريكية لتقدم العلم ١٩٩٠) . ما هو نوع المقرر الدراسى الذى يمكن أن ينشر تعلم العلم ؟ سيحاج الكثيرون بأن المقرر المناسب يحتوى على "الدراسة المنهجية للغة والأدب ، والعلم والرياضيات ، والتاريخ ، والفنون ، واللغات الأجنبية ... وذلك من أجل توصيل ما هو مهم من المعرفة والمهارات ، وغرس الخيال الجمالى ، وتعليم الطلبة أن يفكروا تفكيرا نقديا تأمليا فى العالم الذى يعيشون فيه" (رافيتش ٢٠٠٠) ومن أجل مساعدة الطلبة على تعلم الفعل بأسلوب أخلاقى له مبادؤه ، واعين بمسئولياتهم إزاء أنفسهم وإزاء الآخرين .

ما الذى يتطلبه الأمر حتى نعدّ كل أفراد الشباب لحياة المواطنة والمسئولية الاجتماعية كما نعدهم أيضا للنجاح فى أماكن عملهم التى يتزايد تشكلها بواسطة العلم والتكنولوجيا ؟ من الحجج التى تُذكر أن التفكير العلمى ممارسة نادرة ، كثيرا ما تكون مضادة للبداهة . ويطرح روبرت ماك كولى (بحث بلا تأريخ) أن "العلم يتطلب أشكالا من التفكير يجد أفراد البشر أن اتقانها أمر بالغ الصعوبة . والعلم ، بالنسبة لماك كولى هو نتاج وليس خبرة،

أى أنـه العمـل الجمـاعى لمجتمـع مـن العلمـاء " نجـد بالنسـبة لهـم أن جـاههم وشـهرتهم وثروتهـم تتـأتى فـى جـزء كبـير منهـا عمـا يسـنح لهـم مـن فـرص يتمسكون بها ليصحح الواحد منهم نظريات وملاحظات الآخر". ويعطـى مـاك كولى أسبابه لأن " هذه المعالم المجتمعية للمشروع العلمى تُرسى وتبقى علـى المعايير التى تحكم الممارسة العلمية وتضمـن أنـه علـى المدى البعيد يكـون نتاج الجهد الجماعى للكل ، الذين ينزعون كأفراد للخطأ ، هو ما يُعتمد عليـه بأكثر من أى محاولات فردية على المدى القصير" .

يطرح سام واينـبرج (٢٠٠١) فـى كتابـه "التفكير التـاريخى) تفسيرا مختلفا لمشكلة الفهم الجماهيرى . وهو يعطى أسبابه لأن " التفكير التـاريخى فى أعمق أشكاله ليس بالعملية الطبيعية ولا بالشئ الذى يبزغ أوتوماتيكيا مـن الإرتقاء النفسى". ويحاج بأن الحفظ عن ظهر قلب للحقائق ولتواريخ وأسـماء الشـخصيات التاريخيـة أمـر أسـهل كثـيرا مـن " تغيـير البنـى الذهنيـة التـى نستخدمها لاستيعاب معنى الماضى " (واينبرج ٢٠٠١) . والتاريخ يصبح بين يديـه ، مثـلا لتحـدى أى شـكل مـن التفكير المنضبـط ، ولتحـدى أى عمليـة لالتماس ما يتجاوز سـطح الموضـوع للوصـول إلـى براهينـه الأساسية علـى الحقيقـة. يؤدى مـا يوجـد مـن تشـابه بيـن حجـج واينـبرج ومـاك كولـى إلـى الاقـتراح بـأن مـن الغير المرجـح للجمهـور أن يفهـم أى تفكير معقـد إلا إذا اكتسب أفراده أثنـاء فـترة التعليـم الرسـمى فهمـا أعمـق لطرائـق معرفـة هـذا المجال . وكما يطرح وانبرج الأمر ، فإن " المعلومات الجديدة كثيرا ما تكون غير منسجمة مع المعتقدات التى يوجد إيمان عميق بهـا" (واينـبرج ٢٠٠١) . وإذا كـان مـا يحـدث أثنـاء تعليمنـا، أننـا لا يُطلـب منـا أبـدا تفحـص هـذه الافتراضات العميقة ، التـى اكتسبناها مبكـرا والتـى نطبقهـا بـلا تفكير علـى تحديات الحياة اليومية ، فإننا لن نستجيب للتبصرات والمعرفة التى تتولد عـن أى من فروع المعرفة ، بما فى ذلك العلوم والرياضيات .

يستشهد واينبرج بالتفصيل بمقال لكارل بيكر عنوانه " كل فرد هو المؤرخ الخاص لنفسه" . والرسالة الأساسية فيه أننا كلنا مطالبون بأن نشارك بالتفكير التاريخى كل يوم - لنرى الدوافع الكامنة عند مؤلفى الكتب الدراسية التى نقرأها ، ولنستخرج الحقيقة من الرمال المتحركة للتلميحات - أى من نصف الحقيقة والزيف اللذين يتوعدان بابتلاعنا - ولنعيش مع معرفة أن اليقين يجب دائما أن يراوغنا (واينبرج ٢٠٠١) . وبالقياس بالمثل ، فإن كل واحد منا أيضا هو العالِم الخاص بنفسه. ويمكننا أن نتعلم من دراسة التاريخ أو دراسة العلم أن نفكر ونعقل بطرائق راقية ، إلا أن التوصل إلى هذا الهدف ليس أمرا سهلا .

الطلبة الذين لا يمارسون قط "فعل" أى علم وإنما هم ببساطة "يقرأون" فقط عن العلم أو "يستمعون" فقط للمحاضرات يكون من المرجح أنهم سيكتسبون إحساسا باليقين بما هو معروف وانطباعا زائفا عما يكونه العلم وعن الطريقة التى يتم بها التوصل إلى المعرفة العلمية . والناس الذين يعتقدون أن العلم نتاج بأولى من أن يكون عملية بحث بلا نظام ، يمكن أن يصبحوا فى حال عميق من القلق عندما يلاقون وجها لوجه ضروب عدم اليقين والحجج الموجودة فى الجبهة الأمامية للعلم . وكثيرا ما يحدث لهم ذلك وهم فى وقت يحتاجون فيه أقصى الاحتياج لإجابات بسيطة واضحة عن أسئلة مثقلة بالعواطف . والناس فى مثل هذه الأوقات ربما يفضلون آراء أصدقائهم أو مستشاريهم الموثوق بهم على المعلومات التى يزود بها العلماء، خاصة عندما يكون هناك انقسام عميق بين العلماء حول إحدى القضايا، كما يحدث لهم كثيرا.

أفضل طريقة يتعلم بها الطلبة العلم هى أن يمارسوا فعله . ومن المهم أن (١) تتوفر خبرات حقيقية بممارسة فعل العلم خلال كل سنوات المدرسة إبتداء من مرحلة ما قبل المدرسة حتى مرحلة التعليم الجامعى ؛

و(٢) ربط المسائل التى يتم تناولها بواسطة الطرائق العلمية مع القضايا التى يهتم بها الطلبة ؛ و(٣) إدماج الفحص العلمى مع فروع المعرفة الأخرى حتى يستطيع كل الطلبة أن يعرفوا كيف يساهم العلم فى فهم أى مجال ، ويساوى ذلك أهمية أن يعرفوا كيف تساهم فى ذلك المجالات الأخرى فى العلم . وعندما يُربط العلم على نحو له معناه بالأشياء التى يهتم بها الشباب ، فإنه يصبح ممارسة بدلا من أن يكون نتاجا ينبغى حفظه عن ظهر قلب .

التعليم غير الرسمى للبالغين

حسب ما تقوله راشيل يونج (٢٠٠٠) ، فإن "النقطة الأساسية فى مشكلة تعلم العلم هى أنه بدون أدوات لتقييم جدارة الدعاوى المختلفة عن الحقيقة العلمية ، فإن الجمهور قد لا يستطيع تمييز العلم الثورى عن الدجل الصرف". ونجد فى أحدث تقرير عن مؤشرات العلم والهندسة ، أن ٣٦ فى المائة من المجيبين عن الأسئلة يعتقدون أن التنجيم علمى "جداً" أو أنه علمى "الى حد ما" . أحد الحلول الذى كثيرا ما يُقترح لعلاج هذا النقص المذهل فى فهم ما يكونه العلم ومالا يكونه هو أن نزيد من جودة طريقة تسجيل العلم فى الصحف كما نزيد مع ذلك من عدد القصص التى تظهر عنه فى الصحف. وقد ظهر مؤخرا تقرير آخر عن مركز أبحاث بيو للشعب والصحافة ، وتستشهد راشيل يونج بما ورد فيه من أنه من بين ٦٨٩ من القصص الجديدة عن العلم التى توبعت أقصى متابعة وثيقة خلال آخر خمسة عشر عاما، لايوجد إلا ٣٩ قصة فقط لها بعض علاقة بالعلم أو الطب (يونج ٢٠٠٠) . ومعظم القصص التى لها محتوى علمى كانت تدور حول الكوارث ، سواء من صنع الطبيعة أو الإنسان . والحقيقة أننا نجد أنه من بين ما يقرب من ١٧٠٠ صحيفة يومية تصدر فى هذا البلد ، هناك فقط ٣٠ منها على الأقصى تغطى العلم تغطية روتينية ، وقد أخذ مقدار هذه التغطية يقل (اللجنة القومية للعلم ٢٠٠٠) . على أنه لا يوجد إلا أدنى قدر من الأدلة على أن التعرض

للمعلومات يؤدى فى حد ذاته إلى أى فهم عميق للمعرفة العلمية أو إلى القدرة على دمج المعرفة العلمية بالطريقة الأفضل فى صنع القرارات.

مع اضمحلال المعرفة التى تُكتسب من الخبرة التعليمية ، لابد وان تكون ثمة طرائق مستمرة لتعليم البالغين ما يحدث من تقدم فى العلم والتمرس بحقائق البحث العلمى. إحدى هذه الطرائق هى عن طريق تعليم العلم بطريقة غير رسمية ، يصف جويل بلوم (١٩٩٢) مفهوم التعليم غير الرسمى بأنه الطرائق المختلفة التى يتعلم بها الناس خارج الحجرة الدراسية - أى بقراءة الكتب والمجلات ، ومشاهدة التليفزيون أو أفلام السينما ، وملاحظة العالم الطبيعى ، وزيارة أحد المتاحف . لايُعرف إلا القليل جدا عما يتعلمه الناس بهذه الطريقة وما مدى جودة إحتفاظهم بما يتعلمونه واستخدامهم له . على أنه من الواضح أن هذه الممارسات تتصف بأنها مباشرة ، وشخصية، وواقعية جداً . ويستطيع الناس فى كل هذه الممارسات أن يتابعوا اهتماماتهم الخاصة ، وأن يستعرضوا ما يعرض لهم حتى يجدوا شيئا يهمهم حقا ، وينفقون فيه من الزمن بقدر ما يحبون ، وهناك بعض أدلة على أن التعليم الغنى بالمحتوى العاطفى والمغزى الشخصى قد يظل باقيا لزمن أطول ويكون مفيدا بقدر أكبر. وباعتبار ما فى المملكة المتحدة من عناية بالقيم (مجلس اللوردات ٢٠٠٠) وباعتبار المناقشات الأخيرة حول الذكاء العاطفى فى الولايات المتحدة (بلوم ١٩٩٢) ، فإن هذه المسألة ينبغى سبرها بعناية أكبر .

يعتنق الكثير من العلماء الرأى القائل بأهمية التوصل إلى الجماهير من أجل "المساعدة على تشكيل الأسئلة التى توضع ، وتوفير تقديرات للظروف الحالية ، وتقييم النتائج المحتملة للسياسات المختلفة أو الخيارات الإدارية ، والإمداد بمعرفة للعالم ، وتنمية تكنولوجيات جديدة " (لوبتشكنو ١٩٩٨) ، كما يحدث فى نفس الوقت توصيل لما فى هذه المواقف من أوجه

عدم اليقين وتثقيف للمواطنين بشأن هذه القضايا. ولاشك أن هذا مما سيلاقى ترحيبا أكثر من الدعوى الضمنية السابقة بأن حديث المرء عن أعماله فيه إرتكاب لخطيئة تعظيم الذات ، ومع ذلك فإن هذا التناول يتحاشى الإجابة عن السؤال عن الطريقة لضمان أن العالِم يتحدث عن شئ يهتم به المواطنون حقا ويتوصل إلى ما يكمن فى الأساس من أسئلة عاطفية وشخصية نسألها جميعا حول ما تعنيه هذه الأشياء لنا ولعائلاتنا ومجتمعاتنا . درس جيمس ويبر(٢٠٠١) بعض الأمور الفعلية التى تحدث عندما يتحدث الناس عن مواضيع صعبة لها محتوى علمى أو تقنى . ويطرح ويبر بعض أفكار مثيرة للإهتمام حول طريقة تناول التواصل العلمى. فأولا ، من المهم أن ننظر إلى التواصل على أنه عملية من تفاعل متبادل وأنه التماس للفهم ، بدلا من أن يكون مجرد وسيلة لنقل المعرفة بدقة إلى الجمهور . ومن المحتم فى هذه العملية أن المعلومات لاتكون محايدة بالنسبة للقيم . فهى تكتسب دلالات ايجابية أو سلبية بما يعتمد على الطريقة التى يفسر بها المشاركون هذه المعلومات . وثانيا ، من المهم أن توضع المعلومات فى سياق موضعى . فالتعميمات الجارفة تتجاوز استيعاب معظم الأفراد الذى لا يفكرن تفكيريا تجريديا . ولا يستطيع العلماء الذين يقومون بالتواصل أن يتوقعوا بسهولة كيف ستكون طريقة تلقى معلوماتهم. وغالبا ما تهيمن الخبرة الشخصية على المعلومات الأكثر تعميما، خاصة عندما تتناول ماهو احتمالات . وثالثا ، ما إن يُفتح باب النقاش حتى تترشح المعلومات من خلال الخبرة الشخصية والاحتياجات العاطفيه للمستمع. والحوار الحقيقى هو وحده الذى يستطيع أن يكشف عن هذه العملية لصنع المعنى وأن يتناول أوجه اللبس التى قد تنتج . وبالإضافة ، فإن الأبحاث الحديثة عن التعلم قد بينت بوضوح تام أنه فى أى عمر ، لا يمكن تشرّب المعرفة الجديدة ووضعها فى سياق إلا إذا استطاع المشارك أن يزيل النقاب عن المعرفة الأقدم " غير الصادقة" حتى ينبذها

(برانسفورد ١٩٩٨) . وهذا يتطلب أيضا عناية عند الاستماع وإجراء فحص شامل للأفكار .

الملخص

من الواضح جدا حاليا أن فهم الجماهير للعلم يتطلب ما هو أكثر من مجرد أن يقوم العلماء بنقل المعرفة نقلا أمينا لسائر الجمهور . فمن الضرورى أن يوجد تفاعل أو تشارك فيه فائدة متبادلة ومشاركة أثناء مرحلة التعليم من الحضانة إلى الصف ١٢ وكذلك أيضا فى مرحلة التعليم الجامعى ومرحلة البالغين ، وذلك من أجل توليد حس بالثقة وإتاحة تفحص للمعتقدات العميقة التى تعوق تشرب المعلومات الجديدة التى يولدها العلماء . يتعلم معظم الناس بطريقة أفضل عندما يتمكنون على نحو مباشر من التمرس بالعملية التى يتولد بها العلم وأن يتعلموا بأنفسهم ما الذى يدور العلم حوله حقا. عندما يكون تعلم العلم فى شكل إعطاء إجابات محددة عن أسئلة الأفراد الآخرين، فإن المسرح يُعد بذلك لأن يجد المواطنون صعوبة لاعتناق قيمة العلم فى حياتهم . وعندما يكون العلم غير مرضٍ عاطفيا ، فإنه سيفشل فى تناول الأسئلة العميقة عن الهوية والخبرة الشخصية وسيتم نبذه مقابل تفضيل مصادر المعلومات والمشورة التى تقل عنه فى جدارتها .

المراجع

American Association for the Advancement of Science. Project 2061. Science for All Americans. New Nork: Oxford University Press, 1990.

Bloom, Joel. “Science and Technology Museums Face the Future." Museums and the Public Understanding of Science, ed. John Durant. Science Museum in association with the Committee on the Public Understanding of Science, 1992.

Bransford. John D., Ann L. Brown, and Rodney R. Cocking. How People Learn: Brain, Mind, Experience and School. Washington, D. C.: National Academy of Sciences, 1998.

Goleman, Daniel. Working with Emotional Intelligence. New York: Bantam Books, 1998.

Gregory, Jane, and Steve Miller. Science in Public. Communication, Culture and Credibility. Cambridge, Mass.: Perseus Publishing, 1998.

Gregory, Jane, and Steve Miller. A Protocol for Science Communication. Posted at www.ucl.ac.uk/sts/sm/sciencec. htm, 2002.

House of Lords Select Committee on Sciencec and Technology. Science and Society. London: The Sationery Office, 2000.

Irwin, Alan. "Constructing the Scientific Citizen: Science and Democracy in the Biosciences." Public Understanding of Science 10 (2001): 1-18.

Lpez, Ramon E., and Ted Schultz. "Two Revolutions in K-8 Science Education." Physics Today 54 (2001): 44-49.

Lubchenko, Jane. "Entering the Century of the Environment. A. New Social Contract for Science." Science 279 (1998): 491-97.

MeCauley, Robert. Comparing the Cognitive Foundations of Religion and Science. Atlanta, Ga.: Emory University Cognition Project, Report # 37, n.d.

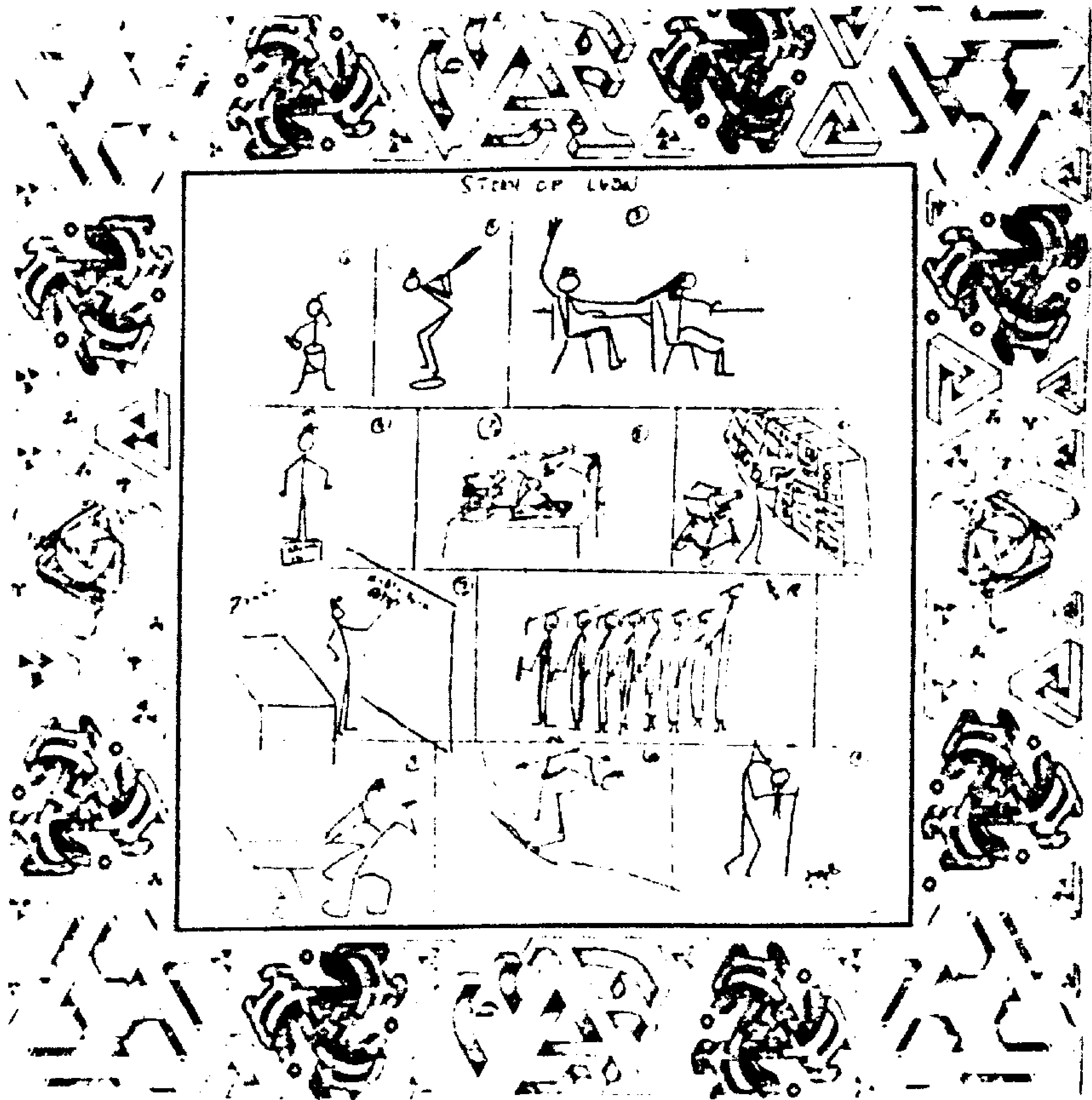
National Science Board. Science and Engineering Indicators. Washington, D. C. : U.S. Government Printing Office, 2000.

Ravitch, Diane. Left Back. A Century of Battles over School Reform. New York: Simon and Schuster, 2000.

Weber, James R. "The Communication Process as Evaluative Context: What Do Nonscientists Hear When Scientists Speak?" Bioscience 51 (2001): 487-95.

Wineburg, Sam. Historical Thinking and Other Unnatural Acts. Philadelphia: Temple University Press, 2001.

Young, Rachel. "Whadda You Know?" In The Sciences. New York: New York Academy of Sciences, 2000.



قصة ليون : إننـى اتذكر بوضـوح مهاراتى المروعـة فـى تعلم الفيزيـاء التـى يحتـاج الأطفال من سن الصغر حتى السادسة إلى انجازها فى هذا العالم المعقد، مثـل أن يتعلمـوا المشى منتصبى القامة والحصول على اللبن من زجاجته . ولحسن الحظ ، فإن مايلزم مـن كيمياء وبيولوجيا يتأتيان طبيعيا . وعند تطبيق مهاراتى لاحقا فى "نـادى الصغـار" وغيره من المؤسسات المشابهة التى صممت لتعذيب الأطفال قبل سن العشريات كان مـا أصابنـه من نجاح أقل كثيرا . وكان مما يثير المتعة بدرجة أكبر أن أغمس شعر أليس الأشقر فـى دواة الحبر التى تزود بها كل مكاتب التلاميذ فى مدرستنا . أى طريقـة أخـرى يمكـن بهـا إظهار الحب الذى لايموت ؟ كان اداتى المدرسى مثلا يُقتدى بـه ولكنـه يستلزم سـاعات طويلة من المذاكرة حتى ساعة متأخرة جدا من الليل . ثم أدى هذا إلى الأبحاث المعملية . واصبح جهاز منظار الذبذبات رفيقا ضروريا لى ونحن نصمم الالكترونيات لتجاربنا . ثـم كان التدريس والفخر بالعدد المتزايد من الطلبة الذين يتخرجـون لدينـا وأخيرا أتـى الوقـت للاسترخاء ، وركوب الخيل ، والتزلج ، وأن يشيخ المرء برشاقة .

الجزء السادس

وصية ليدرمان

عن التعليم

ليون م. ليدرمان

سيرة موجزة

ستيفانى بيس مارشال،

وجوديث أ. شيبلر،

ومايكل ج. بالميسانو

ليون ماكس ليدرمان شخص يجسد متعة الحياة ، والتعلم ، والعطاء . وقد وُلد فى ١٥ يوليو ١٩٢٢ فى مدينة نيويورك من والدين هاجرا مما كان سابقا الاتحاد السوفيتى . ومع أن الوالدين نفسيهما لم ينالا تعليما جامعيا ، إلا أنهما دعما بقوة تعليم أطفالهم . ويُرجع ليدرمان الفضل لأخيه الأكبر بول فى أنه كان أحد الأسباب المؤثرة لاهتمامه بالعلم . كان بول " له مهارة غير عادية فى أعمال السمكرة" وسمح لليون الصغير بأن يراقبه فى معمله بالبدروم فى مقابل إكمال الأعمال المنزلية البغيضة لبول.

وكانت القراءة عاملا آخر جذب ليدرمان الصغير للعلم . فقرأ كتبا مثل كتاب ألبرت اينشتين "معنى النسبية" ، وكتابى بول دى كرويف "محاربو الجوع" و "صائدو الميكروبات" ، وكتاب برنارد جيف 'البوتقات' . وجد ليدرمان مقالا صحفيا يسرد بحث كارل أندرسون الذى فاز بجائزة نوبل على أنه بحث رومانسى ومثير وملئ بالأسرار . وهذا التصوير للعلم كقصة بوليسية رومانسية جعل ليدرمان يقع فى هوى العلم .

تلقى ليدرمان شهادة بكالوريوس العلوم فى الكيمياء من كلية سيتى فى نيويورك فى ١٩٤٣. وأمضى بعد التخرج مباشرة ثلاث سنوات فى جيش الولايات المتحدة ، وتوصل فى النهاية إلى رتبة ملازم ثانى فى سلاح الإشارة . وبعد تسريحه ، دخل جامعة كولومبيا، التى لاتبعد عن مكان نشأته، حيث تابع ابحاث دراساته العليا فى الفيزياء.



ليدرمان مشغول بالحديث مع طلبة أكاديمة إلينوى للرياضيات والعلم
فى مركز جرينجر للخيال والبحث.
(بإذن من أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ، بريان كوينبى.

تأثرت عادات ليدرمان الدراسية بقضائة ثلاث سنوات بعيدا عن التعليم الرسمى. هذا وقد كان الأساتذة والطلبة كلهم يتماثلون وهم يناضلون للتكيف مع الحياة الأكاديمية والحياة عموما بعد الحرب العالمية الثانية ، وخبر ليدرمان صعوبات من ذلك . وشجعه أصدقاؤه فى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا على المثابرة . وأخذ ينظر فى أمر انتقاله إلى هذا المعهد ، ولكنه ظل فى النهاية باقيا فى كولومبيا . وعندما انتهت كولومبيا من بناء ما كان فى ذلك الوقت أكبر جهاز فى العالم لتحطيم الذرة (السيكلوترون) ، افتتن به ليدرمان إلى حد كان كافيا لأن يجعله يتابع البحث فى ذلك المجال البازغ ، مجال فيزياء الجسيمات . وحصل على شهادته للماجستير فى ١٩٤٨ ثم شهادة الدكتوراه فى ١٩٥١ وكلتاهما من جامعة كولومبيا .

أظهر ليدرمان وهو طالب دراسات عليا ما يتمتع به من سرعة بديهة وحس بالفكاهة مازالا يميزان محاضراته العامة الكثيرة. ووقع ليدرمان هو وحسه الفكاهى موقعا حسنا فى فكر أساتذة جامعة كولومبيا ، وهكذا كان من بين عروض العمل الكثيرة التى عرضت عليه عرض بأن يستمر باقيا فى كولومبيا . وانضم إلى هيئة التدريس بالكلية وتعلم الكثير من راعيه آى. آى. رابى. ولما كان ليدرمان مدرسا محبوبا جدا للطلبة الذين يدرسون العلم كمادة

رئيسية وايضا لمن لايكون العلم مادة رئيسية لديهم ، فإنه سرعان ما ارتقى إلى مرتبة الأستاذية الكاملة فى ١٩٥٨. ثم أصبح مديرا لمعامل نيفيس ١٩٦١ كإقرار بمهاراته فى البحث والإدارة .



ليدرمان عند توليه العمل كعالم مقيم فى "برنامج العقول العظيمة " ، وهو يتحدث إلى الطلبة عن كيف يتسنى للمرء أن يصير وأن يكون عالما.
(بإذن من أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ، بريان كوينبى)

أكتشف ليدرمان وزملاؤه أثناء سنواته الأولى فى كولومبيا ميزون(*)K المتعادل الطويل العمر وأثبتوا عدم الحفاظ على الندية(*)، بما يبرهن على ان الكون ينحو للاسمترية . وأدى بحث فى ١٩٦٢ مع زميلين من كولومبيا ، هنا جاك شتينبرجر وملفين شوراتز ، إلى اكتشاف يميّز نوعين مختلفين من جسيمات النيوترينو (وفاز بجائزة نوبل فى ١٩٨٨ فى

(*) الميزون نوع من جسيمات تربط البروتونات والنيوترونات معا فى نواة الذرة . ويتكونن الميزون من كوارك ومضاد كوارك .

(*) الندية رياضيا صفة مميزة للدالة التى لا يتغير مدلولها عدديا إذا عُكست إحداثياتها المكانية . ويُقال أن الدالة موجبة الندية إذا بقيت إشارة مدلولها كما هى ، وأنها سالبة الندية إذا انعكست اشارة مدلولها.(المترجم)

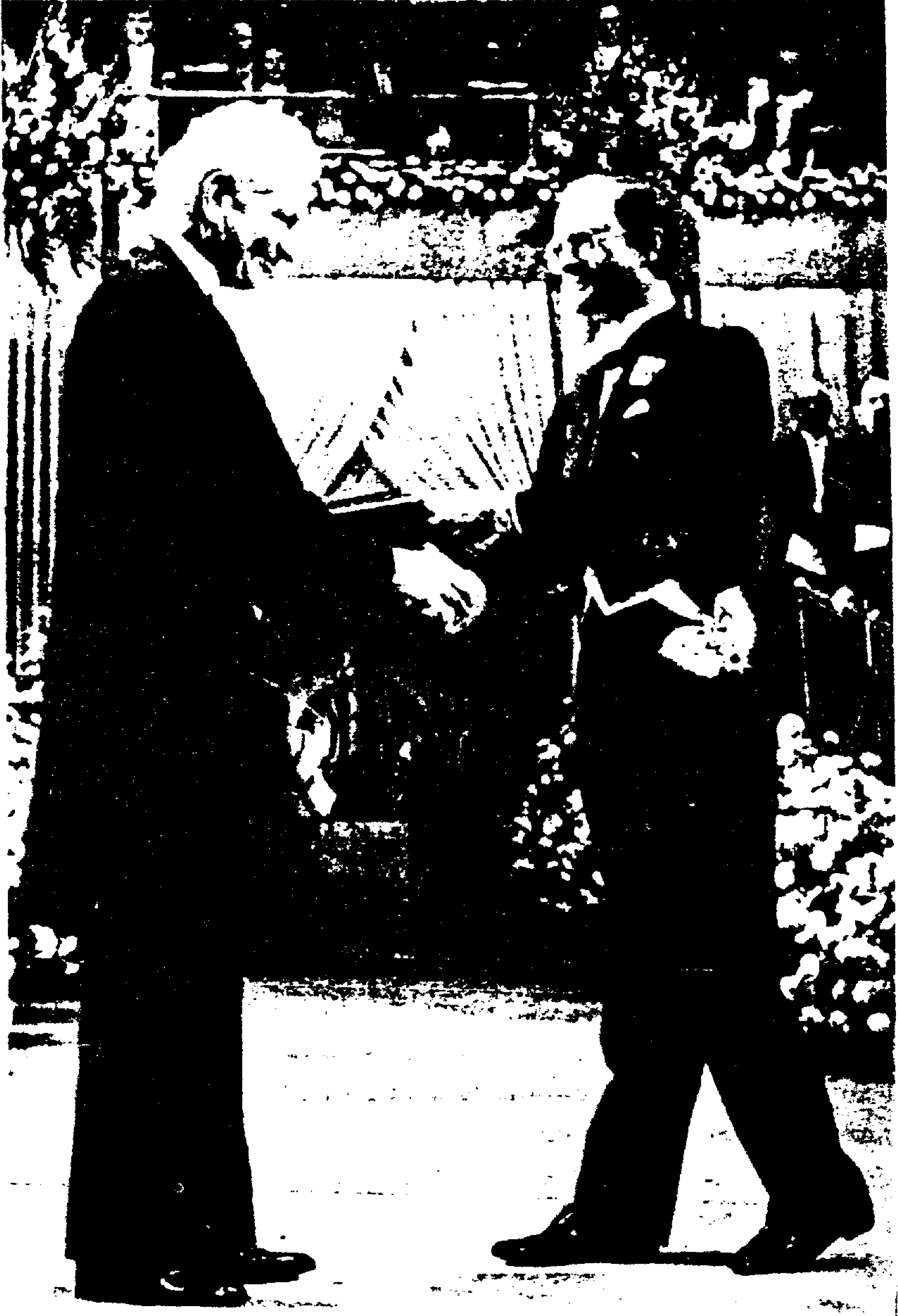
الفيزياء). وانجذب ليدرمان إلى الماكينات ذات أعلى الطاقات ، فأخذ يعمل بلا كلل فى معامل الجبهة الأمامية بالعالم حيث سبر، وقاس ، ورصد المكونات الاساسية للمادة ليتعلم المزيد عن الكون . وتواكب فى نفس الوقت تأثيره فى سياسة العلم قوميا ودوليا من خلال خدماته وقيادته ، وشهاداته أمام الكونجرس ومشورته بتمويل الوكالات والجامعات والأفراد .

أدت متابعة ليدرمان لفيزياء الجبهة الأمامية إلى إسهامه فى ١٩٦٧ فى إنشاء "معمل قومى حقيقى" فى إلينوى . وبالاسترشاد بمعتقداته فى توفير



ليدرمان فى مكتبه فى المعمل القومى لمعجل فيرمى، سبتمبر١٩٩٦
(الخدمات الإعلامية البصرية لفيرميلاب)

أفضل المنشآت للاكتشافات الأساسية ، كان يدلى بمشورته لروبرت ر.ويلسون ، أول مدير للمعمل القومى لمعجل فيرمى (فيرميلاب) . ولما كان



ليدرمان وهو يتلقى جائزة نوبل للفيزياء ١٩٨٨ من يد جوستاف ملك السويد فى ١٠ ديسمبر ١٩٨٨
(الخدمات الاعلامية البصرية لفيرميلاب)

يعمل كرئيس "لمجموعة المستخدمين" فى ١٩٧٤ ، فقد ألقى ليدرمان خطبة افتتاح المعمل . وقاد ليدرمان تجربة فى فيرميلاب ، بدأت فى ١٩٧٠ ، وأدت إلى اكتشاف كوارك القاع(*) فى ١٩٧٧.

فى ١٩٧٩ خلف ليدرمان ويلسون كمدير لفيرميلاب. واكتسب فيرميلاب ثانية تحت إدارة ليدرمان وضعه فى المقدمة كمعمل فيه معجل له أقصى طاقة فى العالم، معجل تيفاترون. وأدخل ليدرمان فكرة الصلة بين الفضاء الداخلى/الفضاء الخارجى وأسس أول مجموعة من منظرى الفيزياء الفلكية يعمل أفرادها فى معمل لفيزياء الجسيمات ، وهو يأمل بهذا أن يحفز إلى توسيع مجال أداء فيزياء الجسيمات فى فيرميلاب .

لم يكن ليدرمان بالذى يخشى قط إشعال جذوة الاتجاهات الجديدة ، أو تحمل المخاطر ، أو العمل مع شركاء جدد ، حتى وإن كانوا علماء فلك . وبينما كان يخيم فى جبال الدولوميت مع دافيد شرام ، واتاهما معا تصور لفكرة انشاء مجموعة من علماء الفيزياء الفلكية فى فيرميلاب تمولها وكالة ناسا للاستفادة من الصلات العميقة بين فيزياء الجسيمات الأولية وعلم الفلك . وتحدى ليدرمان ناسا (وتحدى هى الكلمة المؤدبة لما قاله) أن تكون بالجرأة الكافية لتمويل برنامج مبتكر هكذا . وكانت استجابة ناسا إيجابية ، وجند ليون مايكل تيرنر وروكى كولب لإنشاء المجموعة. وازدهر هذا المجال من العلم البينى الذى تتشارك فيه فيزياء الجسيمات وعلم الفلك، وأدى إلى الارتقاء بفهمنا للطريقة التى بدأ بها الكون وكذلك أيضا فهمنا للقوانين الأساسية التى تحكم الكون . وبلغ من عظم نجاح مجموعة فيرميلاب أن أقتدت المعامل

(*) الكوارك جسيم أساسى فى نواة الذرة وتتكون منه البروتونات والنيوترونات، وهو فى ست أنواع او نكهات منها القاع.(المترجم)

الأخرى لأقسام الطاقة بما بادر به ليون ، فأنشأت المجموعات الخاصة بها من الفيزيائيين الفلكيين .

لما كان ليدرمان يفكر كوكبيا وينفذ الفعل محليا ، فإنه شكل علاقات مشاركة لاتينية - أمريكية فى الفيزياء والعلم وأطلق برامج تبادلية من أجل البلاد التى تحتاج إلى نظم تعليمية أكثر تقدما والى تحديث منشآت البحث فيها. أدى عمل ليدرمان بالتدريس لمدة ثمانية وعشرين عاما فى كولومبيا إلى تشربه بالتزام عميق تجاه تعليم العلم. ونشر هذا الحماس للتعليم خلال كل معمل فيرميلاب . ومكنته قدراته العلمية والإدارية من أن يجد حلولا لمشاكل تعلم الرياضة والعلم . أنشأ ليدرمان هو وفرع فيرميلاب التعليمى وأصدقاء فيرميلاب عشرات البرامج التى تصل الآن إلى الطلبة والمدرسين من الحضانة حتى المدرسة الثانوية ، على نطاق العالم كله .

وليدرمان من خلال عمله المهنى كعالم بحث ومعلّم للعلم قد قاد بنجاح أبحاثا فى الجبهة الأمامية من العلم وعمل أثناء ذلك على أن يوصل ما لها من قيمة إلى الجمهور . نشر ليدرمان ما يزيد عن مائتى مقال لأبحاث مهنية ، وأكثر من مائة مقال للجمهور العام ، ومعها ثلاثة كتب . وأشرف على واحد وخمسين من طلبة الدراسات العليا أكملوا رسالات الدكتوراه تحت إرشاداته. وقد حاز درجات شرفية من أكثر من ثلاثين جامعة من كل أنحاء العالم ، وتتضمن جوائزه انتخابه فى الأكاديمية القومية للعلوم (١٩٦٥) ، وتلقى الميدالية القومية للعلم (١٩٦٥) ، وميدالية إليوت كريسون من معهد فرانكلين (١٩٧٦) ، وجائزة وولف للفيزياء (١٩٨٢)، وجائزة نوبل فى ١٩٨٨، وجائزة فيرمى لوزارة الولايات المتحدة للطاقة فى ١٩٩٣.

شمل التزام ليدرمان بالخدمة العامة العمل كمستشار علمى لحاكم إلينوى (١٩٨٩- ١٩٩٣) ، وكرئيس للجمعية الأمريكية لتقدم العلم (١٩٩١)، وعضو فى الهيئة الاستشارية للمركز القومى للأبحاث العلمية . (من ١٩٩٦

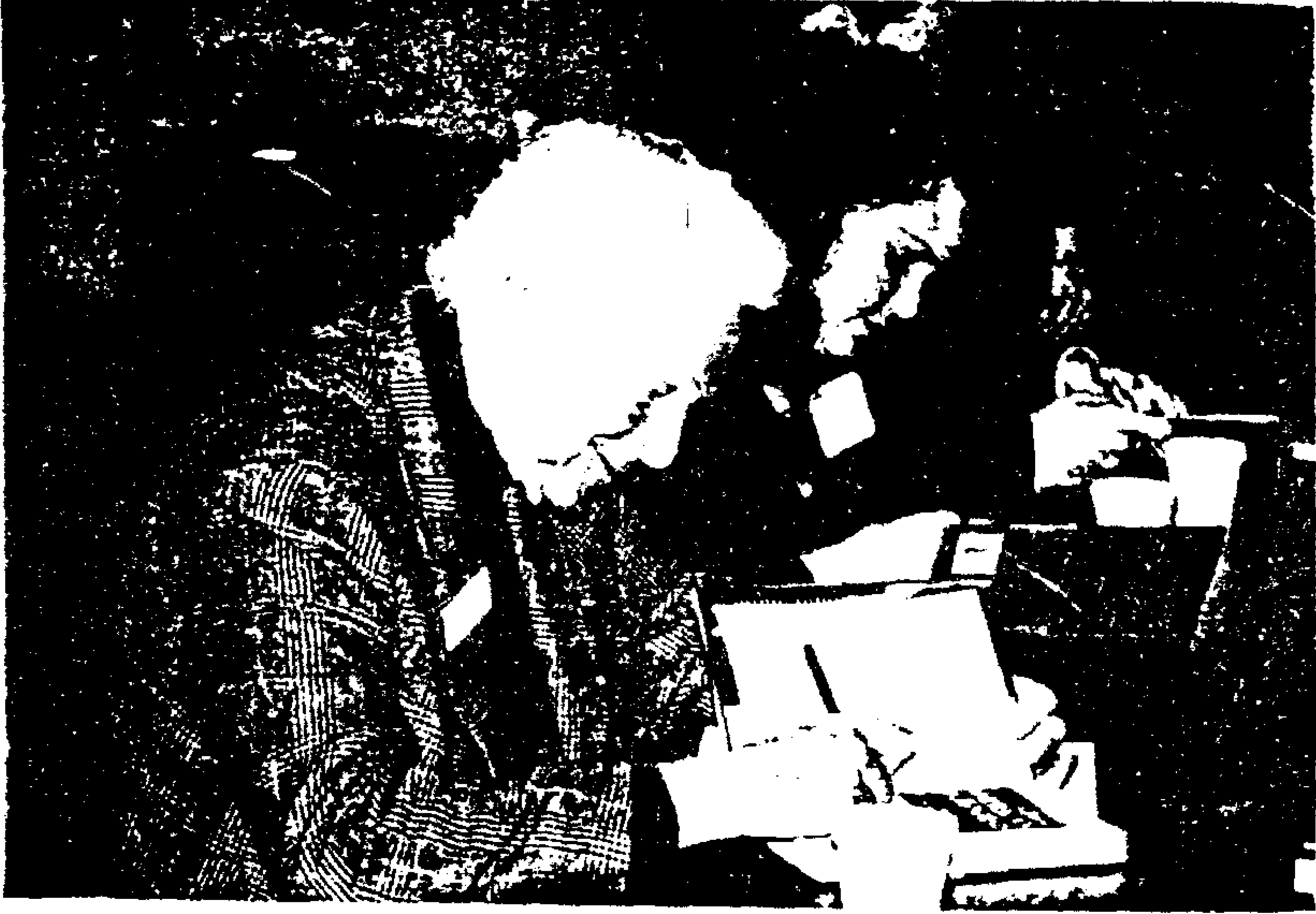
حتى الآن) ، والعضو المفوض لهيئة الزملاء بالبيت الأبيض (١٩٩٧ - ٢٠٠١) .

أدرك ليدرمان منذ زمن طويل أهمية تعليم العلم . وكان أحد المبادرين لإنشاء أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ونصير رئيسي في تأسيسها . قام بإنشاء هذه الأكاديمية الجمعية العمومية لإلينوى ، وفتحت أبوابها في ١٩٨٦. وعمل ليدرمان كأحد الأمناء المؤسسين حتى ١٩٩٨ حين أصبح فى منصب العالم المقيم "لبرنامج العقول العظيمة " فى الأكاديمية . وهو أيضا أحد المؤسسين لأكاديمية المدرسين للرياضيات والعلم كما أنه يرأس مجلسها ، وتتخذ الأكاديمية موقعها فى الجامعة ويجرى عملها دون أن تهدف لربح وذلك فى شيكاغو وفى المدارس العامة فى كل إلينوى . وقد كُرست هذه الأكاديمية للإرتقاء مهنيا بمدرسى المدارس الإبتدائية من حيث تدريس العلم والرياضة .

ساعد ليدرمان على الجبهتين القومية والدولية ، فى تنظيم تحالف غير رسمى بين العلماء ورجال التعليم لإعادة فحص المقرر العلمى للمدارس الثانوية فى الولايات المتحدة ، وذلك على ضوء معايير العلم التى صممتها الأكاديمية القومية للعلوم والجمعية الأمريكية لتقدم العلم . وفى مشروع "النهضة الأمريكية فى تعليم العلم" ، نظم ليدرمان ورشتان فى ١٩٩٥ و١٩٩٨ تتناولتا قضايا المقررات العلمية . وهذا المشروع لايوجد ما يماثله كعملية تحويل لإعادة بناء مقررات العلم فى المدارس الثانوية . وقد شارك فيه مدرسون ، ورجال تربية ، وعلماء ، ورسميون من المنظمات الكبرى (الأكاديمية القومية للعلوم ، والجمعية الأمريكية لتقدم العلم، والجمعية القومية لمدرسى العلوم).

يشغل ليون ليدرمان حاليا مناصب العالم المقيم المعين فى أكاديمية إلينوى للرضيات والعلم ، وأستاذ "كرسى بريتزكر للعلم" فى معهد إلينوى

للتكنولوجيا ، والمدير الفخرى للمعمل القومى لمعجل فيرمى . وهو معروف عند المتعلمين علميا من غير المتخصصين كمؤلف لكتاب لاقى ترحيبا كبيرا وهو كتاب "الجسيم الإله" . أما بالنسبة لغيرهم فهو النبع العذب للعلم .



ليدرمان وهو يوقع كتاب صور لعظماء العلماء الأمريكيين مع الطالبة المؤلفة ماريا ويلسون وذلك عند أول إصدار للكتاب .
أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ، ١٤ نوفمبر ٢٠٠١
(بإذن من أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ، دين كاوس ، تصوير كاوس)

وعن النواحى الشخصية ، تزوج ليدرمان من إيلين كار ليدرمان وتعمل مصورة فوتوغرافية . ولديه ثلاثة أولاد واربعة أحفاد ؛ وتعمل إبنته رينا كعالمة فى الأنثروبولوجيا ، وإبنه جيس كموظف فى بنك استثمارى ، وإبنته راشيل كمحامية . وعندما لا يكون ليدرمان مشغولا بتحسين العالم عن طريق متعته بالعلم، فإنه يمارس حبه للحيوانات مستمتعا بركوب الخيل ، ويتزلج على سفح التلال ، ويحدق فى النجوم، ويخبز العيش ، ويعسكر فى مخيم ، ويُلقى الفكاهات . وهو لا يكل مع بلوغه سن الثمانين فيسافر سفرا لا

ينقطع للترويج لتعليم العلم . وليدرمان مثله مثل نبيذ الكروم المعتق يواصل أن يزداد به العمر وهو فى أطيب حال .

يتميز التزام ليدرمان بالتعليم بما يتصف به من كرم رائع فى إيثار . وعلى الرغم من أن من يتلقون جوائز نوبل يمكنهم أن يقرروا الاقتصار على العيش والعمل داخل نطاق الحياة الأكاديمية أو الأبحاث ، إلا أن حماسه الذى لا مثيل له للإرتقاء بتدريس وتعلم العِلم لكل الأطفال قد جعله يدخل فى مدارس أمريكا وحجراتها الدراسية ليعمل مباشرة مع الأطفال والمدرسين وهو يلقى بالأسئلة ، ويسبر أوجه فهمهم ، ويشاركهم متعته بالعلم . يواصل ليدرمان العمل بلا كلل من أجل مناصرة إعادة بناء وإعادة ترتيب تسلسل مقرر العلم فى المدارس الثانوية ، وعمله هكذا له إمكاناته التى لوجرى تفعيلها لأحدثت تحولا فى تعليم العلم فى أمتنا .

المشاركات بين العلماء والمعلمين
أحد العناصر الحيوية فى إصلاح تعليم العلم

مار جورى ج. باردين

مقدمـــة

صدر تقرير " قبل أن يتأخر الأمر بأكثر مما ينبغى" عن اللجنة القومية لتدريس الرياضيات والعلم فى القرن الواحد والعشرين (وزارة التعليم بالولايات المتحدة ٢٠٠٠) ، وهو الأخير من سلسلة من التقارير عن حالة تعليم الرياضيات والعلوم فى المرحلة من الحضانة إلى الصف ١٢ فى الولايات المتحدة . ويدعو التقرير إلى "استجابة قومية قوية توحّد جهود كل المساهمين فى الأمر " ليتناولوا ما يوجد من حاجة إلى تعليم من نوعية راقية. ومن بين المساهمين فى ذلك معاهد التعليم العالى وهيئات الأعمال المالية . ومما يُقترح من الجهود لدعم رفع مستوى انجازات الطالب العمل مع مدارس المنطقة لتعيين الاحتياجات اللازمة من المدرسين المؤهلين تأهيلا عاليا وبذل إسهامات منتظمة من الوقت ، والمواد ، والموارد لتعزيز وسائل التدريس فى تعلم الرياضيات والعلم بالمدارس المحلية . أدرك ليون ليدرمان منذ وقت مبكر يرجع إلى ١٩٨٠ وجود هذه الاحتياجات ، وبدأ كمدير للمعمل القومى لمعجل فيرمى (فيرميلاب) فى بذل الجهود حتى يكون هناك فارق فى الأمر. وقد اكتسب علماء فيرميلاب خبرة عشرين سنة من علمهم متشاركين مع معلمى مرحلة الحضانة-الصف ١٢ ، وهى خبرة فيها ما ينور المجتمع العلمى بالمعلومات عندما يأخذ فى تفعيل هذه الدعوة الأخيرة .

البدايات

عمل ليدرمان مديرا لفيرميلاب من ١٩٧٩ حتى ١٩٨٩ . وأثناء وجوده فى المعمل أكمل هو وزملاؤه عددا من الانجازات العلمية المهمة .

وكمثل ، أعلن العلمـاء فى المشـروع التعـاونى E288 اكتشـاف جسـيم جديـد إسمه الأبسيلون وبينوا أن جسيم الأبسيلون هذا يحوى كواركا من نـوع بـى (b) وكواركا مضادا لبى ، وكشفوا بهذا عن الجيـل الثـالث مـن الكواركـات . وفـى ١٩٨٣ بـدأ علمـاء فـيرميلاب العـد التنـازلى لأول سـينكروترون(*) فــى العالم من النوع فائق التوصيل ، وهو التيفاترون . وفى ذلك الوقت كـان هـذا المعجل، الذى مازال معجل الجسيمات الأكبر طاقة فى العالم كله ، كان أيضا أكبر مشروع فى العـالم يسـتخدم تكنولوجيـا التوصيـل الفـائق ويتـوج مجهـود عشر سنوات للتحكم فى تكنولوجيا ادخار الطاقة فى فيزياء الجسيمات . وكان من الأمـور الحاسـمة لفهـم القـوى الموجـودة بيـن الكواركـات وطريقـة اتحـاد الكواركات لتكوين جسيمات مركبة أن نـدرس ميكانزمـات إنتـاج واضمحـلال الكوارك "الفاتن" ، وهو الكوارك الرابع فى "النموذج المعيارى" .

على أن ما هو أهم بالنسبة لهذا المقال ، هو أن ليدرمـان قد اسـتخدم ماله من هيبة كفائز بجائزة نوبل وكذلك منصبه كمدير معمـل، لإنشـاء منـبر متحفز لحشد العلماء لقضية تعليم العلم فـى مرحلـة الحضانـة – الصـف ١٢. ولم يكن هناك طلبة صغار السن فى فيرميلاب ، وبالتالى فقد شـرع ليدرمـان فى مبادرة للتعليم لمرحلة ما قبل الكلية فى المعمل ، وتنامى ذلك ليصبح مثلا يحتذى به للمشاركة الدائمة بين العلماء والمعلمين من أجل دعم إصلاح تعليـم العلم .

لمـاذا يـود ليدرمـان أن يسـاهم علمـاء البحـث فـى التعليـم بمرحلـة الحضانة–الصف١٢ ؟ يتجاوز السبب مجرد ما يحـدث مـن أن الكثـيرين مـن العلماء ينالون من التدريس إحساسا حقيقيا بالرضـا ، فهنـاك مـا يتجـاوز ذلـك

(*) السينكروترون نوع من معجل للجسيمات يتزايد فيه المجال المغناطيسى ولا يكون ثابتا مثل المعجلات الأخرى.(المترجم)

من وجود حاجة أساسية للحفاظ على كادر العلماء مع تنويعه . والعلماء إذ يتزايد اعتمادهم على الدعم الجماهيرى لأبحاثهم يحتاجون إلى رفع مستوى تعلم العلم عند الجماهير والى اقناع الجمهور بأن الاستثمار فى العلم فيه أفضل صالح للمجتمع . يحتاج العلماء إلى حفز عملية إيجاد جيل جديد من العلماء ، ومع ما يحدث من تغير ديموجرافى السكان، فإن العلماء يحتاجون إلى تنويع فى هذا الجيل الجديد . وحتى نستثير الفضول الطبيعى لدى الطلبة، يجب أن نبدأ الجهود لتشجيع الاهتمام بالعلم طول الحياة بدءا من أصغر مستوى لعمر الطلبة . وسواء أصبح هؤلاء الطلبة علماء ممارسين للعلم أو مواطنين متفهمين للعلم ، فستكون هناك حاجة إلى أن يبذلوا من دعمهم للحفاظ على قيادة الولايات المتحدة للعلم .

بدأ ليدرمان بداية متواضعة بأن نظم برنامجا أسماه "فيزياء صباح السبت". فجمع معا مجموعة من عشرة أفراد من كبار علماء فيرميلاب وطرح برنامجا لحلقة دارسية تقدّم لعدد من طلبة المدارس الثانوية يصل إلى مائة فرد ، وذلك بمعدل ثلاث مرات فى السنة . وتدوم كل حلقة مدة ثلاث ساعات تتضمن إلقاء محاضرة ، ثم شعبا للنقاش ، وجولة المعمل . ويُعد كل واحد من العلماء المتطوعين محاضرة واحدة؛ ويقود شعب النقاش والجولات طلبة الدراسات العليا. أرسل ليدرمان خطابات دعوة إلى المدارس الثانوية فى نطاق دائرة قطرها خمسين ميلا من فيرميلاب وانتظر مترقبا وصول أى طلبة .

وأتى الطلبة بالفعل ، وأتى أيضا مدرسوهم! واستثير تنبه الطلبة بواسطة محاضرات عن موضوعات مثل المعجلات والكشافات، ونظرية

النسبية الخاصة، واللبتونات والهادرونات(*) ، وعلم الكونيات . وقام الشبان من طلبة الدراسات العليا بإشراك طلبة الحلقة فى مناقشات حيوية وأذهلوهم بجعلهم يختلسون نظرة على المعجلات والكشافات الضخمة المعقدة فى فيرميلاب . شعر ليدرمان على أساس الاستجابة الحماسية للطلبة ، أنه لو أمكن للمدرسين إدخال موضوعات الفيزياء الحديثة فى مقرراتهم الدراسية ، سيتمكنون من إشعال شرارة استجابة متحمسة على غرار ذلك . وتبين ليدرمان من حديثه إلى المدرسين أنهم بصفة عامة لا يعرفون إلا أقل القليل عما فى فيرميلاب من فيزياء وتكنولوجيا ولكنهم متلهفون لأن يتعلموا .

أخذ ليدرمان يحلم ببرنامج لمدرسى الفيزياء بالمدرسة الثانوية يكون مرافقا لبرنامج "فيزياء صباح السبت" . وتنفيذ برنامج للمدرسين سيكون أكثر تعقدا من "برنامج صباح السبت" الذى يتسم بأنه تطوعى بالكامل ، وسوف يتطلب الدخول فى عالم الارتقاء بهيئة التدريس وإصلاح المدرسة . أدرك ليدرمان أنه ينبغى على العلماء تشكيل نوع من المشاركة مع المعلمين. ويستطيع العلماء الإسهام بمعرفتهم بمادة الموضوع وفهمهم لطريقة عمل العلماء بينما يستطيع المدرسون الإسهام بفهمهم للصبيان وللتدريس والتعليم . وعلى أى حال ، فإن تنظيم برنامج بحجم له قدره يحتاج إلى وجود مجموعة منفصلة تعمل كجسر بين العلماء والمعلمين .

كان توقيت ليدرمان مناسب إلى حد كبير ، ذلك أن تقرير "أمة فى خطر" صدر فى أبريل ١٩٨٣ عن اللجنة القومية للتعليم الممتاز (وزارة التعليم فى الولايات المتحدة ١٩٨٣). وبسبب ما يوجد من احتياجات علمية

(*) اللبتونات جسيمات خفيفة مثل الإلكترونات وأشباه الإلكترونات (الميون والتاوون) والنيوترينو. والهادرونات جسيمات ثقيلة تحس بالقوة النووية القوية ، وتقسم إلى باريونات كالبروتون والنيوترون، والى ميزونات تربط البروتونات والنيوترونات معا وتتكون من كواركات .(المترجم)

خطيرة فى طبيعتها فقد طلب من أصدقائه أن يشكلوا منظمة لاتهدف للربح ، منظمة "أصدقاء فيرميلاب" لدعم برامج تعليم العلم فى المعمل لمرحلة الحضانة - الصف ١٢. وتم خلال عطلة نهاية أسبوع واحدة لاغير جمع المال اللازم لهذا البرنامج الأول من نوعه لمدرسى العلم فى المدارس الثانوية.

احتياجات تعليم العلم

حدث الكثير منذ ١٩٨٣ من أجل تحديد احتياجات تعليم العلم ومن أجل فهم حجم الجهد الذى يجب أن تبذله المجتمعات للإيفاء بهذه الاحتياجات. وأخذ يتزايد حسب ذلك تنامى مساهمة ليدرمان الشخصية فى الأمر وتنامى برامج فيرميلاب. ونُشرت فى ١٩٩٨ ورقة بيضاء تحدث فيها ليدرمان وزملاؤه ببلاغة حول الحاجة لتعليم قوى للعلم " لكل" الطلبة (ليدرمان ومن معه ١٩٩٨) .

يجب أن يكون كل طالب يتخرج من المدرسة الثانوية بالقرن الحادى والعشرين مجهزا ومستعدا لأن يسهم ولأن يشكل مجتمعا تجابهه أوجه تقدم علمى متسارعة ويجابهه مستقبل مهنى ووظائف تتأسس على هذه الأوجه من التقدم ، وتكنولوجيات تتزايد إذهالا وتؤثر فى حياتنا اليومية . يتطلب نجاح أمتنا فى القرن الحادى والعشرين أن يكون مواطنونا متعلمين علميا ومتفهمين للمعرفة . يحتاج قوادنا وآباؤنا وعمالنا :

* أن يكون لديهم الاستجابة للتغير المتسارع؛
* أن يعملوا معا لإيجاد حلول بمقاييس محددة وإن كانت خلاقة ، وذلك لحل مشاكل هى حاليا مما لا يقبل التخيل ؛
* أن يكون لديهم توقع لتأثير أفعالنا ؛
* أن يتواصلوا تواصلا فعالا ؛
* أن يحافظوا على توازن وحيوية مجتمعنا وبيئتنا .

ما الذى يجب أن يكـون عليـه تعليـم العلـم حتـى يسـاعد الطلبـة علـى التوصل إلى تعلم العلم ؟ يطرح علينا لوكس - هورسلى ومن معـه (١٩٩٠) وكذلك المركز القومى للإرتقاء بتعليم العلم (١٩٩١) ، يطرح علينا كل منهـم رؤية ونموذجا لتعليم العلم سميت "العلم البنائى" (Constructivist Science). تؤكد التقارير على أن الطلبة يجب أن يمارسوا العلم بالمشاركة العميقة فيـه . وأنهم بفعل ذلك سوف ينمون المعرفة بالمحتوى وينمون العادات العلميـة فـى ذهنهم . وتقرير المركز القومى لترقية تعليم العلـم (١٩٩١) هـو تركيـب مـن التقارير المهمة التى صدرت منذ ١٩٨٠ فيمـا يتعلـق بأوضـاع تعليـم العلـم . ترشدنا هذه التقارير بشأن اتجاه اصلاح تعليم العلم بأن تؤكد على :

> كيف يمكن للمعلمين أن يحوّلوا الصبيـة إلـى العلـم ؟ تكمـن الإجابـة فـى مسـاعدة الاطفـال علـى الاشـتراك فـى ممارسات تتطلـب منهـم استـخدام المعرفـة والعمليـات العلميـة كـأدوات وهـم يتفهمـون ممارسـاتهم . يتطلـب هـذا الحـل أن تتحول حجرة دراسة العلم إلى مقر لثقافة مبنية على البحث - مجتمـع مـن المستكشـفين - حيـث الفضـول ، والإبـداع ، والتساؤل كلها لهـا قيمتهـا ، وحيـث تُجعـل المـوارد والفـرص متاحـة بسـهولة ، وحيـث يسـتطيع الطلبـة أن "يبحثـوا" مثـل العلماء المشاركين فى عملية التفهم الجماعى. ويتنامى التفكير النقدى فى هذه الثقافة عندمـا يحـدث تشـجيع للأفكـار الجديـدة وحين يخضع الجميع - بدءا من المـدرس، فالطلبـة ، فـالكتب الدراسية - للمراجعـة والتحليـل بواسـطة المجتمـع العلمـى للطلبة. سوف يخرج الأولاد من هذه الممارسـات وقد أصبح لديهم القدرة على استخدام المعرفة العلمية لتوصيف ، وشـرح عالمهم . والتنبؤ له والسيطرة عليه.

يدرك الخبراء الآن أن إعادة تشكيل بناء تعليم العلم تستدعى طريقة تناول منهجية . وليس غير أمثلة قليلة يحتذى بها لترشدنا فى التغيير الشامل فى الأنظمة المدرسية ، وليس غير قلة من قيادات التعليم الحالية ، المتخصصة وغير المتخصصة ، لديهم الخبرة لإدارة عملية التغيير. فهذه مهمة أكبر من المدارس نفسها ، ولايمكننا أن نتوقع منها أن تعمل وهى منعزلة وحدها . يجب أن تضع المدارس والمناطق التعليمية تعليم العلم كأولوية متقدمة . ويجب عليها أن تجد شركاء لها من خارجها ليساعدوها على الإرتقاء بمستوى وعى المجتمع وللإسهام فى التغيير المطلوب ودعمه بالاشتراك بالموارد ، والخبرة ، والتكنولوجيا . ويتضمن هؤلاء الشركاء الكليات والجامعات، ومعاهد البحث ، ودوائر الأعمال والصناعات حيث يعمل العلماء.

أدوار للعلماء

قام معمل فيرميلاب ، كجزء من التزامه الأساسى بالنسبة للعلم ، بدور الرائد فى الأنشطة التعليمية التى تشرك الشباب فى دور صبيان الحرفيين فى العلم ، وتساعد المجتمعات على توفير أنشطة علمية مثيرة تعرض بيانات عملية لعمليات علمية راسخة وتقدم محتوى علميا فى توافق مع المعرفة الحالية . يطرح فيرميلاب البرامج فى استجابة للاحتياجات المحلية من أجل تواصل الإبقاء على اهتمام الشباب بالعلم والرياضة ، وتشجيعهم على إتخاذ مستقبل مهنى فى العلم والهندسة ، ولإعادة إحياء مهارات مدرسى العلم الحاليين ، والحفاظ على ايجاد الاهتمام باتخاذ مهنة تدريس العلم.

ساهم سنويا عدد كبير يبلغ ٢٠٠ فرد من أعضاء الهيئة الفنية لفيرميلاب ، فى برامج التعليم لما قبل الجامعة ، وأدت مساهمتهم هذه إلى توفير عملية تبادل حيوى بين العالِم والمدرس ، وبين العالم والطالب . ما

الذى يفعله هؤلاء الباحثون ؟ تتضمن أدوارهم الرئيسية دور المشرف على البحث ، وأخصائى المحتوى المعرفى ، والاسهام فى الارتقاء بالتدريس ، ودور الأنموذج .

دور المشرف على البحث دور مألوف للعلماء ؛ فهو جزء من عملهم. تتكون مجموعات البحث من علماء ، وزملاء ما بعد الدكتوراه ، وطلبة خريجين ، وفى بعض الحالات طلبة قبل التخرج . ولايتطلب الأمر خيالا واسعا من أجل أن نُدخل فى هذه المجموعة مدرسين ثانويين ، أو مدرسين تحت التدريب ، أو طلبة المدارس الثانوية . وقد يكون من الممكن إدخال متدرب واحد مقيم داخل المجموعة ، أو أنه فى حالة وجود مجموعات أكبر مزودة بدعم وافر ، فإننا نستطيع أن نوجد " فريقا صيفيا" من الأفراد المقيمين . ظلت مجموعات فيرميلاب الفنية فى فصول صيف عديدة يحوى الواحد منها مدرس فيزياء ، واثنين من طلبة الجامعة (أحدهما من كلية تاريخية للسود) ، وطالب مدرسة ثانوية من إحدى المدارس العامة الثانوية فى شيكاغو . ويتوفر لكل فرد من هؤلاء فرصة مباشرة لأداء العلم ولفهم أمور مثل أهمية البحث التعاونى ، والتعلم من الأخطاء ، وتكرار أداء المهام عندما لا تنجح فى أول مرة ، وتوثيق البحث ، والتشارك فى النتائج . والعلماء ، بصفتهم أخصائيون فى المحتوى العلمى ، يعطون محاضرات وحلقات دراسية، ويجيبون عن الأسئلة ، ويعملون فى مشاركة مع المدرسين لإعداد المواد لبرامج من أجل الإرتقاء بهيئة العاملين ومن أجل حجرات الدراسة . وإنشاء هذه المواد يوفر بعض عمليات للتبادل بين العالِم ورجل التعليم فيها ما يثير اقصى الاهتمام . فسواء عند البحث عن طريقة للتشارك فى بيانات على الخط فى الكمبيوتر ، أو خلق تماثلات بين تفاعلات الجسيمات وبين كرات التنس ومساحيق الرضع، فإن ما يوجد من قوة فى العمل معا، والمشاركة فى الخبرة ، واحترام الواحد لإسهامات الآخر ، هذا كله فيه ما يثير انتعاش المدرسن حقا . بل إن المدرسين حتى عندما تسنح

لهم الفرصة البسيطة للانضمام إلى العلماء فى الجلسة غير الرسمية لشرب القهوة مع المدير والتى تعقد كل بعد ظهر ، فإنهم يدركون ، ربما لأول مرة، أن العلماء يحترمونهم لعملهم كمدرسين، فيحسون بأنهم جزء من المشروع العلمى .

والعلماء بمجرد أن يجتمعوا لاغير مع الطلبة فى المعمل أو فى حجرة الدراسة، يصبحون بذلك أنموذجا لدرو يُقتدى . معظم الطلبة لديهم نموذج لقالب نمطى "للعالِم المجنون" كما أنهم ليس لهم دراية بمكان العمل العلمى . فليتخيل القارئ ما يمكن أن يكون للعالِم من تأثير مفعم بالقوة عندما يتحدث مع مجموعة من شباب الطلبة عن أبحاثه ، وهواياته ، وتعليمه ؛ وعندما يشارك ببعض من أبحاثه كعرض عملى أو نشاط يمارس بأيدى الطلبة . وليتخيل القارئ تأثير هذا العالِم على طلبة الفئات التى يقل عدد تمثيلها تقليديا فى العلم ، عندما يقوم هذا العالم بتحية هؤلاء الطلبة بلغتهم الوطنية ، كالأسبانية مثلا .

ويعبّر بعض هؤلاء الطلبة من الصف السابع عن ذلك أحسن التعبير:

> أهم ما تعملته هو أن أى فرد يستطيع أن يكون عالما. رأيت أناسا يمشون من حولنا وهم يرتدون قمصانا رياضية وسراويل جينز. من يعرف ؟ لعلى أستطيع أن أكون عالما.
>
> لايستطيع المرء أن يحكم على كتاب من غلافه . يتأتى العلماء فى كل الأشكال والتكوينات . هناك النساء ، والرجال، والكيميائيون ، والبيولوجيون والفيزيائيون كلهم موجودون فى ميدان العلم .
>
> يمكن للمرء فيما يتعلق بوقت العمل بمعظم المهن أن يقول "ألن تحل أبدا الساعة الخامسة والنصف ؟" أما العلماء الذين

تحدثت إليهم فهم يقولون "هل تعدت الساعة الخامسة والنصف بالفعل ؟"

الدروس المستفادة :

الإدارة الناجحة للبرنامج

كيف ينمي العلماء علاقة مشاركة مع معلمي مرحلة الحضانة - الصف١٢ بحيث تكون علاقة تتجاوز ما يحدث في مجرد إحدى الخطوات الأولى الواضحة ، علاقة تضم الأفراد معا ؟ ينبغي على مستوى مؤسسة كفيرميلاب أن يتم تجميع هيئة عمل صغيرة من أفراد لهم خبرة سابقة ومصداقية في مجالات البرنامج المثيرة للإهتمام. وينبغي أن تفوض هيئة العمل هذه في أن تساعد على بناء الجسر بين العلماء والمعلمين . وربما يعتمد النجاح أو الفشل في كل هذه العلاقة من المشاركة اعتمادا كبيرا جدا على العناية التي يتم بها اختيار هؤلاء الأفراد . نستطيع أن نعيّن ثلاثة قضايا أخرى خطيرة تتعلق بالإدارة الناجحة للبرنامج : الإلتزام المؤسسي ، والطريقة المؤسسية للتناول ، والمساهمين .

أكثر القضايا حسما هي الإلتزام المؤسسي . يجب أن تتمتع علاقة المشاركة بدعم حماسي بلا حدود ومن كل القلب يقدمه المدير أو الموظف التنفيذي الرئيسي . ويجب أن تعطي الإدارة العليا دعما مرئيا للبرامج ؛ فتعطي مكافئات للأفراد المشاركين ، خاصة في تقييم أداء العمل ؛ وتقر باستخدام منشآت المؤسسة في الأنشطة التعليمية ؛ وأن تستخدم نفوذها مع القطاعات الأخرى لحشد مساهمتها والحفاظ على استمرارها. ويأتي مباشرة بعد الالتزام المؤسسي الحاجة لخلق مشاركة تكون بين أنداد . فالموقف الصحيح من البرنامج لايكون بأنه مدفوع ببعض فكرة عظيمة " لأحد العلماء، وإنما هو برنامج لمساهمين متساوين في الحماس له ومستعدين لمناقشة الفكرة وصقلها على أساس من التشارك بين زملاء . يرغب

الكثيرون فى المساهمة فـى ذلـك ، إلا أن البعض ربمـا لا يمتلكـون مهـارات العلاقات البشرية اللازمة من أجل العمل فى برامج للتعليم ، خاصة إذا كـانوا ممن تعودوا على كونهم من الخبراء . يجب أن تتخلل فكـرة علاقـة التشـارك المتساوى برنامج التعليم فى كل المستويات . وينبغـى أن يكـون الدعـم متاحـا للأولئك الأفراد الذين اختاروا الإسهام ، وينبغى فى بعض الحـالات أن تكـون هيئة العاملين مستعدة لإحلال الأفراد غير الفعالين.

بناء على مفهـوم التشـارك ، أنشـأ فيرميلاب تصميمـا ناجحـا لإنشـاء البرنامج وتنفيذه يتضمن عنصرين أثنين أساسيين : إجراء تقييم للاحتياجـات وإنشاء لجنة للبرنامج . يسترشد إنشـاء البرنـامج بتوصيـات ناتجـة عـن تقييـم سليم للاحتياجات ، يتم إجراؤه مع رجال التعليـم ، وقـواد المجتمـع ، وعلمـاء فيرميلاب . وتتضمن الورشة النمطية لتقييم الاحتياجات ما يقرب من عشرين مساهما ، وتدوم لثلاث إلى أربع ساعات ، وتغطى نوعا من برنـامج رئيسـى أو تغطـى مجموعـة عمريـة جديـدة . ومـن المهـم أن يسـتمع العلمـاء إلـى الاحتياجات التعليمية كما يدركها الأفراد الذين يعلّمون الطلبة والذين يوظفـون الخريجين . فالعلماء ليسوا بالضرورة خبراء فى تعليم مـا قبـل الكليـة . علـى أنهم عندما يتفهموم الأولويـات المحليـة للارتقـاء بتعليـم العلـم والرياضيـات ، فإنهم يستطيعون تقييم موارد المعمل وتعيين الطرائق للعمـل فـى تشـارك مـع رجال التعليم من أجل تعزيز التغيير .

لا يمكـن أن نكـون مبـالغين عندمـا نؤكـد علـى أهميـة تقييـم هـذه الاحتياجات . كثيرا جدا ما يحدث أن يذهب إلى المـدارس علمـاء مـن معـاهد البحث أو الكليات أو الجامعات وهم يعتقـدون أنهـم يحملـون فـى جعبتهـم كـل الإجابـات . "نحـن نعـرف أنكـم لـو فعلتـم الأمـر بهـذه الطريقـة ، ستُحل كـل مشـاكلكم" . عندما أجرينا أول تقييم للاحتياجات ، أحضـر أحـد رؤسـاء القسـم العلمى لمدرسة ثانوية قائمة تغطى سبع صفحات مـن الحجـم القـانونى. ومـن

الواضح أننا لم نتمكن من الإيفاء بكل هذه الاحتياجات ، ولكننا تناولنا أمر بعضها عبر السنوات الإحدى عشرة التالية من خلال المعهد الصيفى لمدرسى العلم والرياضيات حيث كان رئيس القسم العلمى هذا يلعب دورا رئيسيا .

بعد إنهاء تقييم الاحتياجات ومراجعة النتائج فيما يتعلق بتوصيات البرنامج ، تدخل فى العمل لجنة برنامج تتألف من رجال تعليم محليين (مدرسون أوائل أو رؤساء أقسام أو إداريون تعليميون) ، وعالم أو عالمين من فيرميلاب ، وتعمل اللجنة مع أفراد من هيئة "مكتب التعليم" لإنشاء البرنامج وتنفيذه . وتكون اللجنة مسئولة عن مهام مثل إعلان البرنامج ، وإنشاء المقرر الدراسى ، واختيار المساهمين ، واختيار المعلم ، وأنشطة المتابعة ، والتقييم ، وتقارير البرنامج ، والعمل على نشره . هذا هو أساس علاقة المشاركة التى تتيح للعلماء أن يكونوا علماء معظم الوقت ، وتتيح للمدرسين أن يدرّسوا معظم الوقت ، وتتيح للجميع أن ينضموا معا مع هيئة العاملين لدعم مبادرات تعليم العلم .

يتضمن هذا النموذج لانشاء البرنامج أوجه القوة التالية :

* انشاء حس بامتلاك البرنامج عند المدرسين بإشراكهم فيه منذ البداية .
* إعطاء المدرسين أدوار قيادية يقر بها كل من نظرائهم وعلماء البحث .
* إرساء قنوات تواصل مستمر بين العلماء والمدرسين .
* استخدام خبراء من مجموعات شتى - مدرسون ، وأخصائيون فى تعليم العلم ، وعلماء - مع أدنى إعاقة لعملهم المنتظم فى مهنهم .
* تكامل برامج التعليم للمعمل القومى مع ما يوجد من برامج محلية .

أدى نجاح برامج فيرميلاب لمرحلة ما قبل الكلية إلى إنشاء مركز ليون م. ليدرمان لتعليم العلم ، وهو يضم مجموعة مثيرة من المعروضات التفاعلية ، ومركز لموارد المدرس ، وحجرة دراسية للتكنولوجيا ، ومعمل للعلم . يستطيع الطلبة فى هذا المركز اكتشاف العالم الساحر للكواركات

والكوازارات(*) من خلال أنشطة خلابة تمارس عمليا ، وأكشاك بوسائل إعلام عديدة تستكشف بعض ما يوجد حاليا من أكثر الأفكار إذهالا وأكثر الأدوات العلمية إثارة . أما فى مركز موارد المدرس ، فيقوم أعضاء هيئة العاملين بمساعدة المدرسين والطلبة والآباء على العثور على مواد لوسائل التدريس ، وأن يكتسبوا الوعى بالانترنت ، وأن يتصلوا بالعلماء . يحدث فى الحجرة الدراسية للتكنولوجيا أن يستخدم الطلبة والمدرسون الأنترنت ويتلقون تدريبا على الانترنت ، ويستكشفون العلم بوسائل إعلامية متعددة ، ويجمعون البيانات من الكمبيوترات ، ويحللونها ويتشاركون فيها . ويقوم الطلبة والمدرسون فى معمل المركز بتصنيف عينات من برارى فيرميلاب ويجرون تجارب مختلفة تتعلق بالعمل الميدانى فى هذه البرارى وبالفيزياء . وتقدم برامج فى المجالات التالية : حوافز وفرص للطلبة ، وإعداد المدرس وتعزيزه ، والإصلاح المنهجى ، ووعى الجمهور ، وتعلم العلم .

الاستنتاجات

بعد أن مرت عشرون سنة منذ أرسل ليدرمان خطاباته الأولى التى دعا فيها طلبة المدارس الثانوية إلى فيرميلاب ، يواصل العلماء فتح أبواب المعمل لمدرسى وطلبة مرحلة الحضانه – الصف ١٢. نجحت برامج التعليم لمرحلة ما قبل الكلية فى فيرميلاب لأنها ليست كما هو معتاد برامج للربح . يأتى المدرسون إلى معمل أبحاث فى فيزياء الطاقة العالية يرقى إلى مستوى عالمى ، وذلك فى فرصة فريدة من نوعها تتيح لهم أن يشهدوا العلم وهو يجرى تنفيذه عند الجبهة الأمامية للفهم الانسانى ، وأن يتعلموا على يد علماء بحث مرموقين . وينال الطلبة خبرة بالعلم توسع وتثرى من آفاقهم وتنمى

(*) الكوازارات (أشباه النجوم) مجرات عند أقصى أطراف الكون تومض كالنجوم رغم بعدها المتطرف وتحوى فى مركزها ثقوب سوداء هائلة ، تدور عند حدودها دوامات من غاز وغبار تبث طاقة ضخمة.(المترجم)

تقديرهم للعلم . ويرى الطلبة ، ربما لأول مرة ، ما يكونــه عـالَم العلـم حقـا ، وهم يحبون ما يرونه ! لن يستطيع فيرميلاب أن يُحدث التغيـير كلـه ، ولكنـه يستطيع أن يكـون حـافزا مهمـا فـى دعـم ورعايـة الجهود لتغيـير مجتمعنـا التعليمى .

وفيما يلى الدروس القيمة المستفادة من خبرة فيرميلاب . ينبغى علـى العلماء :

* أن يتحدثوا إلى المدرسين ، وأن يذهبوا للمدارس ، وأن يجددوا ما يحتاجه معلمو العلم .
* أن يحصلوا على الدعم من أعلى المستويات المؤسسية .
* ان يشكلوا مشاركة مع رجال التعليم كأنداد مساوين ؛ أن يخططـوا البرامج ويقدمونها فى تشارك .
* أن يستمتعوا ! وإذا كان هناك من لا يستمتع ، فيجب عندهـا اعـادة تشكيل المجموعة .

فهذه خبرة ينبغى أن تكون ممتعة !

وسواء كان ذلك فى مجموعة بحث صغيرة أو كبيرة ، أو فى جامعـة للأبحاث ، أو فى كلية للفنون العقليه أو معهد عالى، أو فى معمل للأبحاث أو للأشـغال الماليـة ، فإننـا نحـث العلمـاء المهتميـن بـالأمر علـى أن يعملـوا فـى تشارك مع معلمى مرحلة الحضانــه - الصـف ١٢ مـن أجـل الارتقـاء بتعليـم العلم .

المراجع

Lederman, L. M., M. Bardeen, W. Freeman, S. Marshall, B. Thompson, and M. J. Young. ARISE American Renaissance Education Three-Year High School Science Core Curriculum: A Framework. Batavia, I11., Fermilab-TM-2051, 1998.

Loucks-Horsley, S., R. Kapitan, M. D. Carlson, P. J. Kuerbis, R. C. Clark, G. M. Melle, T.P. Sachse, and E. Walton. Elementary School Science for the '90s. Andover, Mass.: The National Center for Improving Science Education, 1990.

The National Center for Improving Science Education. The High Stakes of High School Science, Andover, Mass.: The National Center for Improving Science Education, 1991.

U.S Deparment of Education, the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the Twenty-first Century. Before It's Too Late: A Report to the Nation. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, 2000.

U.S. Department of Education, National Commission on Excellence in Education. A Nation at Risk. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1983.

أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم

التزام بإحداث تحول

ستيفان بيس مارشال

أجرت صحيفة "شيكاغو تريبيون " فى ١٩٩٨ لقاء مع مارى كاثرين بيتسون عالمة الأنثروبولوجيا ، والمؤلفة ، وإبنة مرجريت ميد وجريجورى بيتسون. سُئلت بيتسون، " كيف يُعد أحد الوالدين حاليا طفله لعالم المستقبل الذى يصعب على أى من الوالدين تصوره ؟"

وأجابت بيتسون، " دعنا نفترض أنك تعرف أن طفلك سيكون جزءا من مجموعة تذهب لتكوين أول مستعمرة فوق كوكب آخر ، كيف تُعد هذا الطفل للحياة هناك ؟ وهذا هو نوع السؤال الذى ينبغى أن نوجهه لأنفسنا فيما يتعلق بالتعليم . إنك لن تستطيع أن تجهز طفلك لسوق الوظائف الذى سيوجَد بعد عشرين سنة من الآن . وبالتالى كيف يمكن لك أن نبنى مقررا دراسيا ليشكل فردا حتى يكون رائدا فى عالم مجهول - ذلك أن هذا هو ما يكونه المستقبل" (شرودر١٩٩٨)

طالما سأل المتأملون من رجال التعليم هذا السؤال ، ولكنهم لم يحتاجوا قط للإجابة عنه ، ذلك أن هناك أمورا أكثر ضرورة ، هى الانشغال بتبصرات جديدة حول تعلم البشر وإحداث تحول فى البنى التقليدية للتعليم المدرسى . ترتبط نوعية مستقبلنا ارتباطا لا ينفصم بقدراتنا على اكتساب المعرفة ، وتوليد المعرفة ، وتواصل كسب العيش ؛ وهذه القدرات ستكون هى المقياس الجديد " للثروة ، وخلق الثروة ، والإستدامة" فى عهد المعرفة (مارشال ١٩٩٧ ، ١٩٩٨ ، ١٩٩٩).

مقدمـــــة

لدينا قصة تروى .

إنها قصة معهد صغير السن نسبيا ، أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم . تصف القصة ما تؤديه الأكاديمية "عن قصد" لتخلق بيئة تعليمية تنمى وتربى المواهب العقلية والإبداعية ، وذلك أساسا فى الرياضيات والعلم ولكنها ايضا تتكامل مع الفنون والانسانيات . فنحن نريد لطلبتنا أن يكون منهم " رواد فى أرض مجهولة " ونريد أن نسهل هذه العملية من خلال خلق مجتمع يتعلم على نحو عقلى فعال ومفعم بالخيال والتأمل بحيث يطلق الخير والعبقرية من كل الأطفال ، ويشجع ويحفز كل ما فى الروح البشرية من قوة وإبداع من أجل العالم .

هكذا فإن أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم هى تجربة متواصلة فى التعليم؛ عمل مازال يتقدم هو يلتمس فهم وتوضيح العلاقات بين أمرين ، أحدهما الممارسات التعليمية التى تخطط عن عمد ، والتى تدفعها الكفاءة ، وتتأسس على البحث ، وفيها تركيز على المشاكل وفيها تكامل ؛ والآخر قدرة الدارس على الاشتراك فى ادراك منهجى عميق للمفاهيم ، وتشكيل عقل أكثر تكاملا وتفكرا ، واكتساب الدراسين للقدرة والرغبة على التخيل ثم العمل على تشكيل عالم رحيم ومستدام يعمل لصالح الجميع.

هناك حسب ما أعتقد صلة عميقة للعالم الذى نرغب فى تشكيله ، مع العقل (والوعى) اللازم لتشكيله ، وكذلك مع الممارسات التعليمية التى نبتكرها للأطفال عن عمد . (مارشال ١٩٩٧ ، ١٩٩٨، ١٩٩٩). وهذا الاعتقاد هو ما يدفعنا إلى الاشتراك بالبحث اللازم للتوصل لحل لسؤالين حاسمين :

١- ما هى طبيعة النموذج الأساسى (Paradigm) للتعلم الذى يجب أن يكون أساس معرفتنا لمجتمع كوكبى جديد ومستدام ؟

٢- ما هى ظروف التعلم التى تجعل من الممكن أن يصبح لهذا النموذج الأساسى الجديد ظهوره الواضح فى المدارس من أجل أن يصير الفهم المنتج المتكامل هو الأمر الأكثر ترجيحا ؟

قصة أكاديمية إلينوى هى رحلتنا للتوصل إلى حل لهذين السؤالين.

إنشاء وتاريخ أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم

تشارك فى تأسيس الأكاديمية د. ليون ليدرمان الحائز على جائزة نوبل هو وجيمس ر. تومسون الحاكم السابق لولاية إلينوى وتم انشاء الأكاديمية فى ١٩٨٦ بواسطة الجمعية العمومية لإلينوى من أجل أن تكون أول معمل تعلميى عام فى الولايات المتحدة يقيم فيه لثلاث سنوات طلبة فى سن طلبة الثانوية لهم موهبة رفيعة فى الرياضيات والعلم . وهناك حاليا عدد من ٦٥٠ من الطلبة الموهوبين أكاديميا من كل أنحاء إلينوى قد التحقوا بالأكاديمية لثلاث سنوات (الصفوف ١٠-١٢) ؛ ويتم الالتحاق بطريقة انتقائية رفيعة ولا تدفع أى مصاريف للدراسة أو شغل الغرف أو تكاليف الإقامة . وقد تخرج من الأكاديمية منذ ١٩٨٦ عدد يزيد عن ٢٥٠٠ طالب يمثلون ٨٠٠ منطقة مجتمعية (بلدان أو مدن) من كل إلينوى .

شُكلت الأكاديمية أيضا لتعمل كحافز ومعمل للإرتقاء بالتدريس والتعلم فى الرياضيات والعلم بالنسبة لكل طلبة ومدرسى إلينوى . وقد تأسس لخدمة هذا الهدف فى ١٩٩٨ مركز الإرتقاء والتجديد للتدريس والتعلم فى الرياضيات ، والعلم ، والتكنولوجيا ، وذلك ليخطط ، وينشئ ، ويقدم برامج للطلاب الآخرين ورجال التعليم الآخرين فى إلينوى . ويعمل هذا المركز

النشط فى خدمة ما يقرب من ٢٠٠٠ طالب (من الصفوف ٣ - ١٠) و ١٥٠٠ معلم ، فى كل سنة .

الأكاديمية : الرسالة والتحدى

رسالة الأكاديمية هى " ... إحداث تحول فى تدريس وتعلم الرياضيات والعلم عن طريق تنمية قادة أخلاقيين يدركون متعة اكتشاف وتشكيل الروابط التى توجد فى الداخل من ، وفيما بين الرياضيات ، والعلم ، والفنون ، والانسانيات ... ". وقد توصلنا بالعمل مع الطلبة المقيمين والطلبة الخارجيين ورجال التعليم ، إلى تعيين مبادئ تخطيطية قوية ومتكيفة من أجل بناء الفهم العلمى ، وصياغة العقل ، والقدرة الرياضية لكل الطلبة .

وهذه المبادئ التخطيطية - " ممارسات التعلم التى تدفعها الكفاءة والتى تتأسس على البحث ، وفيها تركيز على المشاكل ، وفيها تكامل " - تؤدى إلى تغيير أساسى فى الطرائق التى يشترك بها طلبة ومعلمو الأكاديمية فى الرياضة والعلم ، وكذلك أحدهم مع الآخر . ونجد أن ممارسات التعلم المخططة حسب هذه المبادئ تمكن الطلبة من اكتساب أسس متينة من معرفة محتوى فروع العلم (وصلات الارتباط بين هذه الأفكار) ومن المهارات ؛ وتعطيهم القدرة على استخدام ما بالعلم والرياضيات من هذه الأفكار والعمليات والأدوات لاكتساب وتوليد معرفة جديدة ؛ وان يطبقوا المعرفة لحل المشاكل العالم الواقعى ؛ وأن يصبحوا مهيئين لأن يكونوا كتلاميذ للحرفة بين الباحثين (أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ٢٠٠١) .

ولدينا من خبرتنا وكذلك من ابحاثنا الرأسية ما يدعم اعتقادنا بأن الطلبة كلهم سيكون لهم انجاز بمستويات رفيعة لها قدرها فى فهم الفروع العلمية والعلوم البينية وأنهم سيتعلمون الطريقة التى يعملون بها عندما يؤدون

علما حقيقيا ، 'لو' كانت الممارسات التعليمية قد خططت عن قصد من أجل تمكينهم من فعل هذا .

وكنتيجة لذلك فإن الممارسات التعليمية للأكاديمية تمكّن الدارسين من:

- توجيه تعلمهم إلى مزيد من الفاعلية ، والتركب ، والتماسك ، والإبداع، والتكامل.
- زيادة مشاركتهم عقليا وإجتماعيا ، وعاطفيا مع الآخرين وزيادة مسئوليتهم تجاه الآخرين فيما يتعلق بالمسائل ذات الأهمية الحقيقية.
- المشاركة فى التعلم الذى يكون بطريقة تعاونية ، والذى يركز على المشاكل ويتأسس على البحث بحيث ينشأ عنه طرائق متكاملة للمعرفة، وصلات ربط مابين فروع العلوم ، كما ينشأ عنه الفضول.
- الإسهام فى المسئولية عن العالم وعلى نحو كامل ، لأن الدارسين يجيدون بسلاسة العديد من اللغات ومن طرائق المعرفة - أى العلم، والرياضيات ، والشعر ، والموسيقى ، والطبيعة ، والرقص ، والفنون، والانسانيات .

سنجد أنه فى غياب هذه الكفاءات يصبح الأطفال معوقين فى تعلمهم فى عالم ينطلق بالمعرفة والمعلومات ؛ ولن يكونوا قادرين على ابتداع العقل التكاملى اللازم لتقدم حال الإنسان فى القرن الحادى والعشرين .

جوهر الكفاءات والأهداف : كما يخطط عن قصد

منهج أكاديمية إلينوى الذى تدفعه الكفاءة هو كيان متماسك ومتكامل من المعرفة والمهارات التى تؤدى إلى مشاركة الطلبة على نحو نشط بتفهمات وتبصرات فى المعرفة بالأفرع العلمية وبالعلوم البينية . هذا وقد استخدُمت المعايير القومية لكل فرع علمى (الجمعية الأمريكية لتقدم العلم ١٩٩٣ ؛ المجلس القومى لمدرسى الرياضيات ١٩٩٨ ؛ المجلس القومى

للأبحاث ١٩٩٦) وكذلك معايير التعلم في إلينوى (هيئة التعليم فى ولاية إلينوى ١٩٩٧) استخدمت كلها كالإطار الابتدائى لانشاء معايير المحتوى المعرفى للأكاديمية (أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ، ١٩٩٩). وتأسس المنهج الدراسى أيضا على ما لهذا المعهد من معتقدات، وفلسفة، ورؤية، ورسالة.

فلسفة الأكاديمية هى " أن يدرّس لكل طفل وكأن له القدرة على إحداث تأثير مهم فى الحياة على كوكبنا" ، ورؤيتنا هى " أن نطلق الخير والعبقرية فى كل الأطفال من أجل العالم" ، ورسالتنا هى " أن نحدث تحولا فى تدريس وتعلم الرياضيات والعلم بأن ننمى قادة أخلاقيين ومفكرين تكامليين" ؛ وهذه الأمور الثلاثة كلها تعمل كمرجعية لمقررنا الدراسى وطريقة تناولنا للتعلم .

يجرى فى الأكاديمية حاليا البحث فى تخطيط المنهج وتقييمه بحيث يكون الأمر كامنا داخل السياق الأكبر لإنشاء نظام تعليم متماسك ومتكامل. سوف يمكّن هذا النظام الطلبة من أن يكتسبوا ، ويولدوا ويستخدموا المعرفة بالعالم ، ويوضع هذا النظام فى إطار أربعة مبادئ للتخطيط :

- "نظام تدفعه الكفاءة" ، ممارسات تعليمية تدفعها الكفاءة تمكّن الطلبة من (١) أن يكتسبوا أسسا قوية للمحتوى المعرفى والمهارات بأفرع العلم ، وما فيها من الأفكار المفتاح، وما يوجد من صلات ارتباط بين هذه الأفكار ؛ و(٢) أن يستخدموا أفكار، وعمليات ، وأدوات أفرع العلم لاكتساب وتوليد معرفة جديدة ؛ و(٣) أن يطبقوا المعرفة لتناول القضايا ولحل مشاكل العالم الواقعى .

- "نظام مبنى على البحث" ، ممارسات التعلم المبنية على البحث تعززمن التفكير التحليلى، وتعزز من توليد المعرفة وتطبيقها ، وبناء المعنى من

خلال أبحاث واعية مدفوعة بأسئلة تفرض نفسها بقوة وتكون قد شغلت ، أو فيها إمكان أن تشغل ، فضول دارس العلم (أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ٢٠٠٠ ؛ المجلس القومى للأبحاث ٢٠٠٠)

- " نظام يركز على المشاكل " ، ممارسات التعليم التى تركز على المشاكل هى ما يحدث فيها أن يشارك المتعلمون عمليا فى مشاكل معقدة ذات مغزى وبنهايات مفتوحة، ويعملوا على حلها (أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلوم ٢٠٠٠؛ تورب١٩٩٨) .

- "نظام تكاملى" ، ممارسات التعلم التكاملية تصوغ روابط لها معناها تربط المفاهيم، والتكوينات ، والمبادئ الموجودة داخل وعبر المواضيع الأكاديمية مع المواقف فى العالم الواقعى .

هذه المبادئ للتخطيط هى البؤرة فى التعليم ، والتقدير ، وإنشاء المنهج الدراسى، والتقييم ، وهى أيضا البؤرة فى قوة الارتقاء المهنى.

تناضل أكاديمية إلينوى لتخطيط بيئة تعلم توفر ساحة للمخاطرة ، والتجديد ، والتجريب ، والتحدى ، وتمد بالطاقة والوقت وقدرة التعبير فيما يتعلق بأبحاث الطلبة وإبداعهم . تتأسس هذه البيئة للتعلم على "معايير أكاديمية إلينوى للتعلم ذى المغزى".

معايير التعلم ذى المغزى – تنمية العقل التكاملى

خُطط المنهج الدراسى لأكاديمية إلينوى ليمكن الطلبة من أن يثبتوا عمليا تناميهم حسب معايير أكاديمية إلينوى للمحتوى المحدد للأفرع العلمية وكذلك حسب معايير الأكاديمية للتعلم ذى المغزى (أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ١٩٩٤) . وهذان النوعان من المعايير يمثلان ويوفران

معا الدليل على وجود تلك العادات الذهنية التى نعتقد أنها تسهم فى الطرائق التكاملية لفعل المعرفة .

نجد بوجه خاص أن معايير الأكاديمية للتعلم ذى المغزى تحوى ستة عشر معيارا تنتظم حول خمسة أبعاد : تنمية أدوات التفكير ، والتفكير حول التفكير ، وتوسيع الفكر وتكامله ، والتعبير عن التكوينات وتقييمها ، والتفكير والفعل مع الآخرين . ونحن نتوقع لهذه الطرائق لفعل المعرفة أن تتوسع وتتعمق بمرور الوقت (يمكن العثور على قائمة كاملة لكل معايير أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم عند موقع (www.imsa.edu) .

الرياضيات والعلم كعامل تكامل للخبرة البشرية

نحن فى أثناء استمرارنا فى تنمية برنامجنا ، على وعى شديد بأن القرارات التى نتخذها بشأن المنهج الدراسى ، والتعليم ، والتقييم ، هى قرارات أساسية بالنسبة لأنواع العقول التى نعطى لأطفالنا الفرصة لتكوينها ونشجعهم على ذلك . وإذا كنا جادين فيما يتعلق بحل المشاكل التى تضرّ بنا كمجتمع كوكبى ، فإننا يجب أن نشجع طلبتنا على تكوين نوع العقل الذى يستطيع أن يعيّن هذه المشاكل البشرية الكوكبية وأن يحلها .

وهذا أمر مهم بوجه خاص فى تعليم الرياضيات ، والعلم ، والتكنولوجيا . وعلى الرغم من أن الرياضيين والعلماء الذين نموا قدرة رياضية وإطارا علميا للعقل يتفهمون ما فى الرياضيات من جمال وأناقة وسمترية كلغة ذات نمط ويعرفون أن العلم نافذة على عجائب الكون والعالم الطبيعى ، إلا أن هذه الأوجه من الفهم والتوجه فى الرياضيات والعلم كلها غريبة عن معظم الطلبة . وفى اعتقادى أن سبب ذلك هو طريقة تناول

الرياضيات والعلم على نحو عقيم وضيق عقلانيا (بطريقة خوارزمية)(*) وهى تنتشر فى معظم حجرات الدراسة ، وتؤكد على تكديس المعلومات بينما يُعزل الطلبة عما فى العالم الطبيعى من أسئلة ومشاكل محيرة وما فيه من عجائب .

ليس سرا أنه من الممكن أن ينال الطالب أعلى درجة ممكنة في امتحان للرياضيات أو الفيزياء معد حسب المعايير القومية ، مع أن الطالب لايزال لايفهم بعمق المفاهيم الأساسية للعالَم الفيزيقى . ومع أن الكثيرين من طلبة المدارس الثانوية فى الولايات المتحدة يتخرجون وقد افترض أنهم ضليعون فى أفرع العلم ، إلا أن هناك أدلة متزايدة تطرح أنهم يتخرجون أيضا بتفكير يتميز بالقوالب النمطية ، وسوء الفهم ، وبدعاوى لم تختبر ، وخوارزمات يتمسكون بها فى جمود مما يكبح توصلهم إلى الفهم العميق الحقيقى (سنيبس وسادلر ١٩٨٧) .

الرياضيات هى اللغة الشاملة للعلم . وهى لغة للأنماط والعلاقات كما أنها فرع علمى يستكشف العلاقات بين التجريدات . ويجب أن يدرك الطلبة الرياضيات كجزء من المسعى العلمى . ويجب أن يتفهموا طبيعة التفكير الرياضى ، ويجب أن يكونوا على دراية بالطريقة التى يتم بها بناء المعرفة الرياضية ، ويجب أن يفهموا ما الذى يدفع البحث الرياضى .

الرياضيات لغة من السمترية والصلات البينية ، ولكن الطلبة يرون أنها خطية ومنفصلة . والرياضيات شكل من التجريد ، والتحويل إلى رموز ، والتطبيق ، ولكن الطلبة يرونها كعملية من الحفظ فى الذاكرة والحوسبة .

(*) الخوارزمية (algorithmic) : طريقة لحل المشاكل فى عدد محدود من الخطوات بمجموعة محددة من الأجراءات الرياضية والمنطقية . (المترجم)

ونحن كأطفال لانبدأ استكشافنا للعلاقلات فى العالم الطبيعى على هذا المنوال. فكل طفل يولد كعالِم عند مستوى معين عميق وأساسى . ولسوء الحظ فإن الرياضيات والعلم كما تدرس فى معظم مدارسنا تقلل من قدرتنا الطبيعية على البحث والاستكشاف. ويجب علينا أن نعيد باستمرار إشعال جذوة حب البحث فى العالَم الطبيعى لدى الطلبة بأن نبدع ممارسات تعلم تصل بينهم وبين عجائب هذا العالم.

ومن خلال إطار الاستكشاف والكشف فى الرياضيات والعلم، يجب أن يصبح الطلبة قادرين على فهمها "كلغات" و"كطرائق للمعرفة " ، تكون قاعدة المعرفة فيها هى ومنظومات الرمز ، والمفاهيم ، وأنماط البحث وإثبات الحقيقة ، كلها مما يستطيع تعزيز فهم أفرع العلم الأخرى وأشكال المعرفة الأخرى . يجب أن يصبح للطلبة تعدد لغوى ؛ فيجب أن تكون لديهم القدرة على ترجمة واستخدام المنظومات الرمزية لأحد الأفرع العلمية لفهم تعقد الأفرع الأخرى . وإذا لم يفعلوا ذلك فإنهم ببساطة لن يكون لديهم أدوات توليد المعرفة فى القرن الحادى والعشرين .

وعلى أساس من معتقدات أكاديمية إلينوى ، وعلى أساس من فلسفتها، ورؤيتها ، ورسالتها ، اختارت الاكاديمية عن عمد أن تخلق ممارسات تعلم فى الرياضة والعلم تربط بين الطلبة وبين رشاقة الرياضيات وعجائب البحث والكشف العلمى .

الأبحاث الرياضية

عُنون جوهر برنامج الرياضيات لأكاديمية إلينوى " بالابحاث الرياضية " . وهو مقرر متكامل متسلسل فى أربعة فصول دراسية ، خطط لوضع تأكيد أعظم لتمثيلات متعددة للأفكار ، والاستدلال ، وحل المشاكل ، والتواصل ، وصلات الارتباط فيما بين الأفكار الرياضية وكذلك بين

الرياضيات والأفرع العلمية الأخرى . يدرس الطلبة أفكارا من كل مجالات رياضة ما قبل التفاضل والتكامل ، بما فى ذلك الجبر ، والهندسة ، وحساب المثلثات ، وتحليل البيانات ، والرياضيات المنفصلة (المتقطعة)(*) ، وهم يفعلون ذلك بمنوال متكامل ، فيه تركيز على المشاكل وفيه تعاون . يتعلم الطلبة استخدام الرياضيات فى أنواع شتى من الأوضاع داخل الفرع العلمى وما بين العلوم بالإضافة إلى الدراسات الرفيعة فى الرياضيات .

أهداف "الأبحاث الرياضية" هى التوصل إلى :

- تكامل للموضوعات من كل مجالات رياضيات ما قبل التفاضل والتكامل .
- تمكين الطلبة من اكتشاف صلات الارتباط التى فى الداخل من ، وبين ، مفاهيم الجبر والهندسة وحساب المثلثات .
- تمكين الطلبة من متابعة حساب التفاضل والتكامل عند المستوى الرفيع وأن يساهموا فيما يُنتقى من رياضيات أخرى مثل الرياضيات المنفصلة، أو الإحصائيات ، أو مقررات حل المسائل.
- تمكين الطلبة من أن يتساءلوا عن صحة دعاواهم حول تعلم وممارسة الرياضيات، وأن يستكشفوا طرائق للتحقق من الأمور بأنفسهم ، وأن يطبقوا المعرفة الرياضية فى سياقات مختلفة .
- تمكين الطلبة من أن يكونوا مسئولين عن التوصل بأنفسهم لقاعدة معرفتهم بدلا من الاعتماد على أن يعرضها لهم المدرس.

(*) الرياضيات المنفصلة أو المتقطعة تتناول بيانات منفصلة مثل نظرية الأعداد ، وهى تختلف عن الرياضيات المتصلة كالهندسة الاقليدية مثلا ، وقد زادت أهمية الرياضيات المنفصلة الآن لعلاقتها برقميات الكمبيوتر .(المترجم)

تـؤدى هـذه الطريقـة مـن تنـاول البحـث الريـاضى تنـاولا متكـاملا استكشافيا إلى أن تتيح للأكاديمية إدمـاج أبعـاد متعددة للرياضيـات ، بمـا فـى ذلك تحليل البيانات والرياضيات المنفصلة (أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ١٩٩٩). تدور " الأبحاث الرياضية " حول أن " توضع الأشياء المختلفة معا، وليس أن يجرى توفيق بين خوارزميات ...فتصبح الرياضيات ملكا لهم..." (رون فافرينيك ، مدرس الرياضيات فى أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلـم ، إتصال شخصى ، ١٩٩٩).

الأبحاث العلمية

عُنون جوهر برنـامج العلم فـى أكاديميـة إلينـوى "بالأبحـاث العلميـة" (تورب ومن معـه ١٩٩٩) ، وهـو برنـامج مـازال يجـرى حاليـا علـى نحـو استطلاعى . وهو يوفر للطلبة أن يكون جوهر الممارسة العلمية ثريا وفعـالا ويتخلل بوضوح قدرة الطالب البحثية فى المنهج الدراسى للعلم .

أهداف "الأبحاث العلمية " هى :

- غمر الطلبة بمحتوى علمى ثرى .
- اشتراك الطلبة فى تعيين وحل المشـاكل التـى تدمـج بيـن التعلـم وأداء العلم.
- حفز الطلبة على مواصلة الاهتمام والقيام بدراسـة العلـم والتكنولوجيـا خلال حياتهم كلها .
- دعـم أن يصبـح الطلبـة متعلميـن تكـامليين ويتمـيزون بـالتركب فــى التفكير.
- تحدى الطلبة ليثبتوا عمليا إدراكهم الحقيقى للمفاهيم من خلال استخدام أشكال متعددة مـن التقييـم (تجـرى الآن فـى أكاديميـة إلينـوى عمليـة إنشاء إطار لحافظة للتعلم التكـاملى تمثـل مـا لـدى الطلبـة مـن تكـامل متماسك وتركيب لكل أبعاد تفكيرهم عبر سنوات ثلاث) .

صممت وحدات مكملة خاصة بالبحث يمارس فيها الطلاب ما فى العلم من مفاهيم وعمليات موحدة وذلك على نحو تواترى حتى يمكنهم هذا من أن يبنوا فى تقدم الوعى والمعرفة ثم يعمقوا بعدها من هذا الفهم من أجل أن يتعلموا العلم فى المستقبل.

يسترشد البرنامج بسؤال يُوضع من منظور الطالب : "كيف لى أن أتوصل إلى معرفة العالم الطبيعى ووضعى فيه ؟"

تبدأ ممارسات التعلم فى هذين الفصلين الدراسيين المتعاقبين بالظواهر أو المشاكل ، التى توفر سببا قويا للتعلم ، والبحث ، وجمع الأدلة بما يدعم فهما متناميا للمفاهيم والعلميات العلمية وهى فى علاقة مع قضايا وموضوعات لها مغزاها وتثير الاهتمام أو مع عمليات جوهرية . وبينما ينقب الطلبة لأعمق فى دراستهم ، يتخذ المدرسون دور القائم بالتيسير ، والتدريب، والتوسط كما أنهم أيضا يصنعون النموذج لعمليات البحث بصفتهم مشاركين للطلبة فى العلم . يخطِّط الفصل الدراسى" للأبحاث العلمية " ليكون مجتمعا حقيقيا للتعلم، حيث توضع الفكرة المطلوب فهمها بكل ما فيها من قوة فى المركز من البحث . ويشارك المدرس ومتلقى العلم معا فى عملية اكتشاف مشتركة متبادلة فيما بينهما .

ومن الضرورى بالنسبة لفلسفة " الأبحاث العلمية" مشاركة الطلبة فى تعلم المفاهيم والعمليات العلمية بالطريقة التى قد يواجهها بها العلماء الممارسون ، بمعنى أن يكون ذلك من خلال الظواهر اللافتة أو المشاكل التى تفرض نفسها بقوة . ومع خلق بيئات تعلم مؤسسة على البحث ، يصبح من المتوقع أن الطلبة سيكتشفون وجود الحاجة إلى السيطرة على أوجه إدراك لمفاهيم معينة أو مهارات معينة قبل أن يتمكنوا من الوصول إلى أى تقدم فى تفهم المشكلة أو الظاهرة الأوسع التى تكون قيد البحث . وتُقدم عند التطبيق طريقة تدريس تخطِّط جيدا لتمكّن من تعلم أو ممارسة هذا الفهم أو هذه

المهارة من خلال سياق المشكلة أو الوحدات المكملة . وهكذا فإن ممارسة التعلّم سترضى الرغبة فى المعرفة وقتما تكون هذه الرغبة فى أقوى حالاتها.

ستؤدى " الأبحاث العلمية " إلى دعم الطلبة فى رغبتهم وحاجتهم لأن يصبحوا مسئولين عن تعليم أنفسهم ، وذلك بأن تشجع وتعزز بحث الطالب من خلال سياق تقييم الكفاءات عن طريق الحوار ، والملاحظة ، والتدريب القصدى ، وإرشاد المحترفين . تُستخدم استراتيجيات تدريس ترعى ما يمتلكه الطالب وترعى التعلم المؤسس على البحث . وكنتيجة لذلك سوف يرقى ويزدهر الطلبة من ذوى الثقة بالذات والذى يكونون من الدراسين ذوى التوجه الذاتى .

البحث والبحث العلمى عند الطالب

البؤرة الرئيسية لبرنامج الأكاديمية هى تنشئة باحثين مفعمين بالفكر ، وقادة أخلاقيين ، وإداريين مسئولين . وفى حين أن الكثير من التدريس لدينا يحدث من خلال الفصول الدراسية داخل حجرات الدراسة ومن خلال الممارسات المعملية ، إلا أن هناك ماله قدره من التعلم والابحاث العلمية يجرى خارج الحدود الجغرافية للأكاديمية .

يشارك الطلبة بنشاط من خلال هذه الممارسات للتعلم فى توليد المعرفة بمثلما يشاركون فى اكتسابها . وهم باحثون مزاملون وشركاء متساوون ؛ وهكذا فإنهم يمارسون المتعة بالاكتشاف وخيبة الأمل بالفشل . ويتعلمون القدرة على متابعة أحد الأسئلة إلى أى مكان يقود إليه ويتعلمون القدرة على استنباط الأمور . وهم ينالون التقدير والاحترام بسبب مواهبهم وأسئلتهم .

يقوم البحث العام والبحث العلمى عند الطلبة بدور مكوّن جوهرى للبرنامج الأكاديمى . يعمل الطلبة مستقلين وعلى نحو تعاونى مع نظرائهم ،

ومع العلماء الممارسين ، والباحثين . ويرعى هؤلاء الخبراء تنمية الطلبة ليرتقوا بمهاراتهم وتكاملهم فى التنقيب عن المشاكل ، وحل المشاكل ، وكتلامذة فى حرفة البحث ، فيتيحوا لهم تنمية المهارات المطلوبة للنجاح فى عالم القرن الحادى والعشرين.

أهداف البحث والبحث العلمى للطالب هى :

- تحدى الطلبة ليشاركوا فى الأبحاث الدراسية والعلمية ، كما يشاركوا كذلك فى التعبير الفنى .
- تمكين الطلبة من الإيفاء بمعايير التعلم ، وتوليد المعرفة ، وصنع صلات الارتباط، وتنمية فهم أكثر ثراء بذاتهم ، وبالعالم ، وبوضعهم فى العالم .
- تمكين الطلبة من استقصاء المسائل والتخطيط للعمل الخلاق المنهجى .
- عرض نتاج ما هو أخلاقى من البحث والبحث العلمى .
- بناء قدرة الطلبة على تخطيط وتنفيذ ممارسات علمية موجهة ذاتيا بحيث تنمى العادات الذهنية للمتعلم التكاملى .
- تمكين الطلبة من أن يكونوا باحثين متشككين يعملون بمستويات تتزايد رقيا فى استقلاليتها ، تحت إرشاد محترفين ذوى علم فى مجالاتهم .

تؤدى المساهمة فى برنامج البحث والبحث العلمى إلى تشجيع الطالب النشط على طرح الأسئلة ، واجراء الأبحاث ، وتقديم العروض ، بحيث يكون لذلك موقعه فى سياق الاهتمامات التى يتشارك فيها مجتمع من الدارسين . (أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم ، برنامج البحث والبحث العلمى عند الطلبة ٢٠٠٠)

يوفر برنامج البحث والبحث العلمى فى الأكاديمية أنواعا شتى من ممارسات تعلم البحث والبحث العلمى للطلبة (أكاديمية إلينوى للرياضيات

والعلم ٢٠٠٠ ؛ المجلس القومي للبحوث ٢٠٠٠ ، مينستريل وفان زى ٢٠٠٠ ؛ ليولن ٢٠٠٢) حتى يتابعوا أسئلة لها أهميتها تفرض نفسها ، ويجروا أبحاثا علمية أصلية فى العلم والمجالات الأخرى ، ويبدعوا ويبتكروا المنتجات والخدمات ، ويتشاركوا فى أبحاثهم من خلال العرض والنشر ، ويتعاونوا مع الطلبة الآخرين والباحثين فى أرجاء العالم كله . ويترتب على ذلك أن يعرض طلبة كثيرون أبحاثهم العلمية فى منابر محلية وقومية ودولية؛ وفى مباريات على نطاق الولاية والنطاق القومى (مباريات "إنتل" للبحث عن المواهب العلمية ، ومباريات سيمنز - وستنجهاوس ، وندوة الصغار للعلوم والانسانيات ، وقراءات ساخاروف) ؛ ومجالات الدراسات المحكّمه .

يساهم الطلبة فى برنامج البحث والبحث العلمى من خلال واحدة أو أكثر من الممارسات التالية :

- "علاقة اشرافية " وهى تَشارك فى بحث تفاعلى بعيدا عن الموقع حيث يُقرن الطلبة مع علماء وباحثى ماجستير فى المتاحف ، والشركات ، والمعاهد التعليمية ، ومعامل البحث وذلك فى منطقة شيكاغو . ويجرى البحث على الموقع فى يوم واحد بكل اسبوع فى أنواع مختلفة من الأفرع العلمية .
- "البحث" وهو دراسة فى العمق لموضوعات تُنشأ فى خطة فردية للبحث تعكس اهتمامات الطلبة ، وتجرى تحت اشراف عضو خبير من العاملين بأكاديمية إلينوى أو هيئة التدريس بالكلية .
- " المقررات الدراسية لأكاديمية إلينوى" وهى تقدم للطلبة الفرصة للبحث من خلال عمليات استقصاء فى إحدى المشاكل ، أوفى موقف إشكالى ، أو أنموذج ، أو ظاهرة .

تقييم التعلّم

منذ افتتاح الأكاديمية فى ١٩٨٦ ، أنشأت كلية أكاديمية إلينوى واستخدمت طرائق متعددة لتقييم تعلّم الطالب . وقد رُبط بين هذه التقييمات وبين أهداف المقرر الدراسى الفردى بالكلية ، ورُبط فى بعض الأمثلة بينها وبين أهداف المقررات الجوهرية التى يدرّسها أكثر من عضو واحد من هيئة الكلية . وبالإضافة إلى ما يوجد من وسائل تناول تقليدية مثل الامتحانات التحريرية التى تركز على اكتساب المحتوى المعرفى ، أنشأ أعضاء الكلية أيضا وصقلوا استراتيجيات للتقييم (ويجينز وماك تاى ١٩٩٨) بحيث تتيح الحصول على مدى أوسع من دالات تعلم الطلبة فيما يتعلق بالتزام الأكاديمية بتنمية متعلمين تكامليين – أى متعلمين لهم القدرة على اكتساب ، وتوليد ، وتطبيق المعرفة فى مواقف العالم الواقعى .

تتضمن هذه الاستراتيجيات تقييمات مشتركة لبعض المجالات التى فى الجوهر من المنهج الدراسى ، وتقييمات بالفيديو للبراعة فى اللغات الأجنبية ، وتقييمات للأداء، وخرائط لصور الفهم ، ومجلات فكرية ، ومشاريع ، وعروض ، ومعارض، وتغذية مرتدة من الواقع إلى المعلمين فى شكل كتابات موجزة .

ومع أن استراتجيات التقييم هذه لها قدرة كبيرة فى الحصول على مقدار أوسع من مدى ما تعلمه الطالب فيما يتعلق بالتزام الأكاديمية بتنمية متعلمين تكامليين، إلا أن هذه الاستراتيجيات لم تصل بعد إلى تشكيل منظومة لجمع المعلومات والمشاركة ، تتعلق بتنمية تفهم بتصور فكرى عميق ، ومعرفة طريقة تمثيل الطلبة لمعرفتهم ، وطريقة تناميهم فى المهارات والمعرفة المنهجية . ويجرى العمل الآن فى أكاديمية إلينوى لتكوين هذه المنظومة .

ونحن نتصور أن هذه المنظومة ستمكن من الحصول على ، ومن متابعة ، وتوفير المعلومات حول تعلم الطالب وذلك لأغراض متعددة . فبالنسبة للطلبة ستساعدهم هذه المعلومات على اتخاذ قرارات فى المستقبل عن تعلمهم؛ وبالنسبة للكلية فإنها توفر معلومات عن محتوى المنهج الدراسى وممارسات التدريس ؛ وستتوفر للوالدين المعلومات عن مدى تقدم أطفالهم بالنسبة لما يُتوقع من التعلم ؛ وبالنسبة لقادة البرنامج والمعهد ، ستوفر المعلومات لتحسين البرنامج، وتخصيص الموارد ، وتوفر المعلومات لمودعى الأموال ، لأغراض المسئولية الحسابية .

وصل أداء طلبة أكاديمية إلينوى إلى مستوى تاريخى حيث بلغ مستوى أعلى ١ إلى ٣ فى المائة من إجمالى الطلبة فى الولايات المتحدة وذلك حسب الامتحانات التقليدية ذات المرجعية المعيارية (اختبار الإنجاز الدراسى واختبار الكلية الأمريكية). وبالإضافة فإن الدرجات التى نالوها فى امتحان الرياضيات للمدارس الثانوية الأمريكية ، وهو اختبار صمم حتى يمكن أن نعيّن ونتعرف على طلبة الرياضيات الموهوبين والطلبة الذين لهم إمكان التسابق فى أوليمبيات الرياضيات ، قد وصلت بأكاديمية إلينوى سنويا إلى مرتبة إحدى المدارس الخمس التى فى قمة المدارس الثانوية فى الدولة. وبالإضافة ، فإن ما أجرته أكاديمية إلينوى من دراسة داخلية طولية خاصة بها عن درجات اختبار الرياضيات للمدارس الثانوية الأمريكية تدل على أنه قد حدثت بعد إدخال "برنامج أكاديمية إلينوى للأبحاث الرياضية" ، زيادة صغيرة فى الدرجات ولكنها زيادة لها معناها احصائيا .

تبحث أكاديمية إلينوى الآن تصميم تقييمات توفر الدليل على تنامى "العقل الجديد" الذى نلتمس تشجيعه . والتقييمات غير التقليدية من هذا النوع يجب أن يكون فيها تحدى وأن يكون لها سياقها فى الداخل من المشاكل الحقيقية للعالم الواقعى ، وأن تكون لها القدرة على التوليد .

خدمة منطقة إلينوى وما وراءها

تتخذ أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم وضعها كرابطة العقد للتعليم العام فى إلينوى حيث تقوم بدور المعمل من أجل العمل على تقدم تعلم وتدريس العلم والرياضيات . ونجد فى كلية مرحلة الحضانة - الصف ١٦ أن المتخصصين فى الترقية المهنية هم والباحثين يستخدمون معمل الأكاديمية مع استراتيجيات ومواد التعليم والتدريس المبتكرة لخدمة رجال التعليم فى إلينوى هم ومنظومة التعليم فى الولاية وذلك بواسطة الارتقاء المهنى ، والمنتجات المستخدمة فى التعلم والتدريس ، وبواسطة القيادة فى السياسات العامة . وتلتزم أكاديمية إلينوى بخدمة مالم يتم استيفاؤه من احتياجات طلبة ومدرسى إلينوى فى تعلم وتدريس الرياضيات والعلم وذلك من خلال برامج منوعة (www. imsa.edu) .

تتضمن برامج طلبة إلينوى التالى :

- "معهد صبية أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلوم" ويخدم طلبة المرحلة فى صفوف ٣-٩ ببرامج مثرية من الممارسة العملية تؤدى إلى تكامل مفاهيم العلم ، والرياضيات ، والتكنولوجيا مع الانسانيات . ويجرى تصميم البرامج وتدريسها بواسطة طلبة أكاديمية إلينوى وغيرهم من طلبة المدارس الثانوية الذين يدربهم طلبة الأكاديمية والعاملون فيها .

- "برنامج أكاديمية إلينوى للتفوق ٢٠٠٠" وهو برنامج للإثراء العلمى فى مرحلة ما بعد المدرسة وهو يخدم (لمدة تصل إلى عامين ونصف العام) طلبة المدارس المتوسطة الذين لديهم الموهبة والاهتمام والحافز فى العلم والرياضيات ، مع تأكيد خاص على الطلبة الذين يحدث تاريخيا أن يُبخس تمثيلهم وجدارتهم فى هذه المجالات .

- "المدرسة الثانوية الافتراضية(*) فى إلينوي" التى توسع من الفرص التعليمية بأن تقدم برامج دراسية (على الخط)(*) لطلبة إلينوى. وتقدم أكاديمية إلينوى من خلال هذه المدرسة الافتراضية مقررات دراسية رفيعة المستوى فى الرياضيات والعلم .

- " أكاديمية المستقبل المهنى الدولى " وهى تعد طلبة المدارس الثانوية للمتابعات الأكاديمية والمهنية فى الأعمال المالية الدولية بأن يشاركوا فى مدى عريض من القضايا الاقتصادية ، والسياسية ، والثقافية التى تؤثر فى الاقتصاد الكوكبى المتنوع. وتمتد فيها ممارسات الطلبة طيلة ثلاثة فصول من الصيف وعامين دراسيين وتتضمن العمل المقيم فى إحدى شركات إلينوى متعددة الجنسيات .

تتضمن برامج مدرّسى إلينوى :

- " شبكة تعلم مؤسسة على المشاكل" وهى توفر تدريب المدرسين ودعمهم المستمر فى استخدام الأدوات المؤسسة على البحث ومناهج التعلم المؤسس على المشاكل وذلك من أجل الرقى بإنجازات الطالب فى الرياضيات والعلم .

- "جسور تعلم العلم " وهو برنامج يستجيب للحاجة القومية لمعايير رفيعة فى معرفة وأداء الرياضيات ، والعلم ، والتكنولوجيا . وقد قام مشروع الجمعية الأمريكية لتقدم العلم ٢٠٦١ بتشكيل أدوات لها قدرة كبيرة فى إصلاح تعليم الرياضيات والعلم . وبرنامج الأكاديمية هذا للارتقاء المهنى

(*) الافتراضية فى لغة الكمبيوتر تعنى استخدامه فى محاكاة لحقيقة أو شكل من الواقع وهو هنا المدرسة الثانوية .

(*) على الخط (On-line) تعبير فى لغة الكمبيوتر يصف منظومة أو أجهزة معاونة تكون عملياتها تحت تحكم مباشر لوحدة المعالجة المركزية .(المترجم)

يوضح مالديه من عوامل متجانسة مع نجـاح مشروع ٢٠٦١ فـى تجهيز رجال التعليم لاستخدام معايير الولاية والمعـايير القوميـة للإرتقـاء بإنجـاز الطلبة بواسـطة خبرة أكاديميـة إلينـوى فـى البحـث ، والارتقـاء المهنـى ، وتشكيل بيئات تعلم مؤسسة على المعايير . وبالإضافة ، فإن هذا الارتقـاء المهنى يساعد المدرسين على تحديث وتعميق معرفتهم فى مجالات العلم ، والرياضـة ، والتكنولوجيا ، وذلـك مـن أجـل أن تبقـى هـذه الموضوعـات مهمة وحديثة بالنسبة لطلبتهم .

- "تعلم المعلومات للقـرن الحـادى والعشـرين " وهـو برنـامج يـدرب ويدعـم المدرسين ، وأمنـاء المكتبـات ، ومنسقى التكنولوجيا وذلـك مـن خـلال استخدام الطـاقم القوى لمعدات الأكاديمية الموجود على موقع الأنترنت ، (http:// loolkit.imsa.edu/locate/) ، كـأحد المصـادر لتحسـين تعلـم الطـالب.

تتضمن برامج جمهور إلينوى مايلى :

- "برنامج العقول العظيمة لأكاديمية إلينوى للرياضيات والعلوم" : وهو يوفر الفرص فى إلينوى لرجال التعليم ، والطلبة ، والجمهور العـام ، مـن أجـل أن يتعلموا مـن، وأن يتفـاعلوا مـع ، وينـالوا الإلهـام مـن العقـول العظيمـة لعصرنا ، بما فى ذلك الحاصلين على جائزة نوبل وغيرهم من القـادة فـى الرياضيات ، والعلم ، والفنـون ، والانسـانيات وذلـك مـن خـلال حـوارات وندوات ومحاضرات جماهيرية تُقدم فـى أكاديميـة إلينـوى ، وفـى مواقـع أخرى فى إلينوى كما تقدم على الخط.

قصـــتان

لمـاذا أختـارت أكاديميـة إلينـوى الاتجـاه الـذى اتخذنـاه – أى انشـاء برنامج تدفعه الكفاءة ، ويتأسس على البحث ، ويتركز على المشاكل ، ويكون

تكامليا، وذلك من أجل تمكين الطلبة من الكتساب وتوليد واستخدام المعرفة في سبيل العالَم ؟

إن الإجابة عن ذلك إجابة مباشرة .

يجب إحداث تحول فى بنية المدرسة لأن معظم ما فى المدارس من منهج دراسى وعمليات تعليمية وتقييمية تعد متناقضة مع مبادئ تعلم البشر . وبالتالى فإن المدارس غير قادرة على تنمية عقل تكاملى تعاونى (مارشال ١٩٩٧، ١٩٩٨،١٩٩٩).

القصة الحالية عن النظام المدرسى

فى اعتقادى أنه يوجد نموذج أساسى للتدريس والتعلم مفعم بالقوة وكثيرا ما يكون بلا وعى ، وهو نموذج يتجلى حاليا فى معظم المدارس . وهذا النموذج الأساسى يتأسس على تفهم خاطئ للتعليم وللمبادئ الضرورية اللازمة لتشكيل بيئات تتمحور على متلقى العلم وتؤدى حقا لإطلاق مواهب المتعلمين . وقد ميزتُ خصائص تلك الافتراضات التى تؤسس للقصة الحالية للنظام المدرسى (أنظر شكل١) ، وهى قصة تتأسس على ثقافة بالاكتساب ، والاستقلال ، والتنافس.

وفيما يلى الافتراضات التى تكمن فى أساس القصة الحالية للنظام المدرسى:

- يتأسس التعليم على إيستمولجيا(*) تمجد ما هو قابل موضوعيا للتحقق، وماهو تحليلى ، وتجريبى ؛ وتعتبر ان الملاحظة الامبريقية هى أهم المهارات ؛ وتعتقد أن اكتساب معرفة الحقائق يتطلب تجرد الدراسين من انفعالاتهم عند متابعتهم للحقيقة الموضوعية ؛ وتعتقد أن الذاتية فيها خطر

(*) الابستمولوجيا نظرية المعرفة بوجه عام ، أو أحد فروع الفلسفة الذى يبحث فى أصل المعرفة ومناهجها وصحتها . وهى تعنى ايضا الدراسة النقدية لمبادئ العلوم المختلفة وفروضها ونتائجها.(المترجم)

على متابعة الحقيقة الموضوعية ، وتتمسك بمقدمة منطقية ترى أنه لا توجد علاقة بين العارف وما يُعرف.

- التعلم عملية خطية سلبية موجهة خارجيا ، من أجل اكتساب المعلومات ؛ وهناك توثيقات زائفة (الوقت المحدد ، مايؤخذ من مقررات) تعد مؤشرات مقننة للتعلم.

- الذكاء قدرة محددة ثابتة ولا يمكن تعلمه ؛ والذكاء التحليلى هو أرقى شكل من الذكاء .

- ينبغى أن يكون التعلم موثقا بمقدار ما ينفق من وقت فى اكتساب المعلومات .

- وأن يؤكد على مهام تعلم أصلية تكون معقدة ، ومتحدية ، وجديدة وتدخل فى اكتساب المحتوى والمعلومات .

- هدف النظام المدرسى هو اكتساب المعلومات على نحو سريع ، وتغطية المحتوى وإعادة نسخ الحقائق .

- المعرفة السابقة غير مهمة وتصرف الانتباه عن التعلم فى المستقبل .

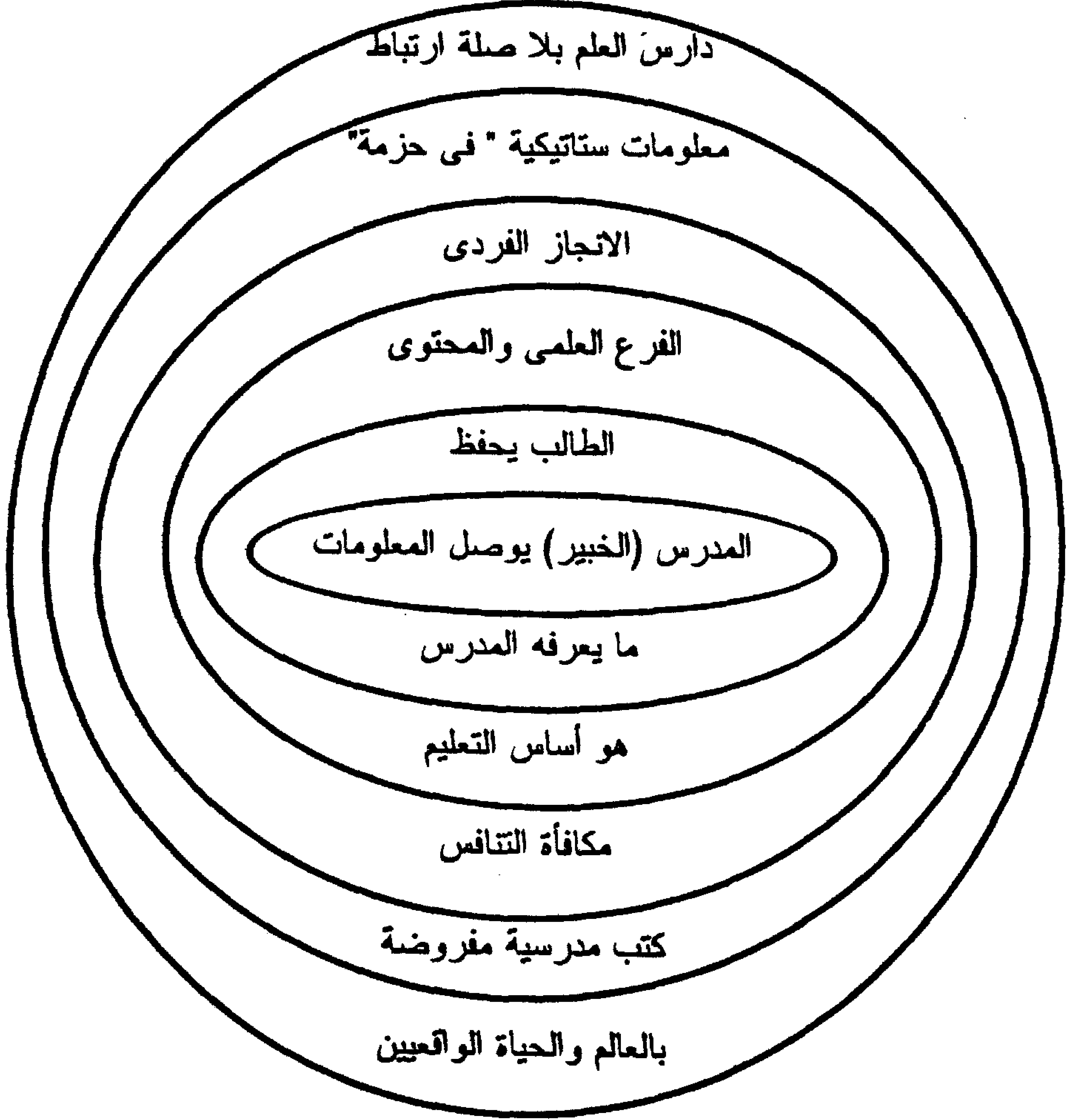
- تجزئة المحتوى وليس تكامل المفهوم ، هى الطريقة الأكثر كفاءة وفعالية فى تعلم فرع علمى .

- تقييم التعلم تقييما فعالا وموثوقا به لا يمكن إلا أن يكون موضوعيا وخارجيا؛ والمعرفة المهمة هى فقط ما يمكن قياسه كميا وبسهولة ؛ تغطية المحتوى وإعادة نسخ المعلومات - وليس توليد المعرفة - هما أكثر ما يوثق به من مؤشرات للتعلم.

شكل (١) "تطور" التعلم

القصة الحالية

ثقافة الاكتساب ، والاستقلال ، والمنافسة



بيئة "النظام المدرسى" حاليا تتركز على
"معلومات يوصلها" المدرس ، "ويتلقاها" الطالب

• النظام المدرسى يمثل طقوس ضرورية للوصول؛ ما يحدث فى المدرسة يعد المرء للحياة .

• المنافسة والمكافآت الخارجية هما أقوى الدوافع للتعلم .

• البحث الشخصى واستكشاف تساؤلات المتعلمين ليست مهمة أهمية كافية لأن يُستقطع لها وقت من المنهج الدراسى المفروض .

• الانفعالات ، والاعتقادات ، والحقائق الشخصية التى بُنيت على ممارسات مسبقة ، لاتأثير لها وليست لها علاقة بالتعلم الجاد ، وهى مما لايُسمح به إلا إذا كانت لا تخرج بهدف المنهج عن مساره خروجا له قدره (مارشال ١٩٩٩)

توضح كل هذه الافتراضات وجهة نظر عن متعلم سلبى غير مشارك والى نظام واحد يلاءم كل الأحجام مثل الملابس المطاطة ويخنق رغبتنا الطبيعية فى التعلم. إن ما توصلنا إلى فهمه فى أكاديمية إلينوى هو أن بيئات التعلم المفيدة ذات المغزى يتم خلقها بالقصد وعن عمد . ومن حسن حظنا أن هناك الآن تبصرات جديدة تأتت من علوم الأعصاب والعلوم الإدراكية فيها ما يجعلنا نستطيع خلق الظروف التى تشجع تعلم البشر على نحو طبيعى بطرائق أكثر فاعلية عن أى مما سبق من قبل. ولكن بكل أسف ، فإنه على الرغم من هذه التفهمات الجديدة والمعرفة الجديدة، إلا أن معظم المدارس تواصل تشكيل بنيتها وكأن العقل يمارس وظيفته أفضل ممارسة وهو فى بيئة مفروضة وقابلة للتنبؤ بها ونظيفة لحد العقم . وبالتالى ، فإنى أعتقد أنه كنتيجة لذلك أصبح المزيد من الأطفال " معوقين مدرسيا" إلى حد أكبر كثيرا من أن يكونوا "دارسين معوقين ".

قصة خصبة جديدة للتعلم

إلا أن هناك قصة أخرى ، تتبنى مقدمتها المنطقية على محاولة خلق ظروف تراعى استخدام ونقل منظومات رمزية متعددة للتعلم ؛ وتربط

الرياضيات والعلم مع الفنون والانسانيات ؛ وتتطلب مراعاة القضايا الأخلاقية في حل المشاكل العلمية ؛ وتراعى الصلات المتبادلة والتكامل مع قضايا العالم الواقعى ؛ وتغمر الطلبة في البحث وفى مشاكل أمرها مختلط وبنيانها مضطرب ؛ وتتطلب التعاون ؛ وتلهم بالحماس والفضول ؛ وتتيح للطلبة الفرصة لإطلاق ما فيهم من خير وعبقرية فى سبيل العالم .

وقد ميزت خصائص هذا الإلتزام بأنه " القصة الخصبة الجديدة للتعلم" (وهى معروضة فى شكل ٢) ، وتتأسس على ثقافة من البحث ، والاعتماد المتبادل، والتعاون .

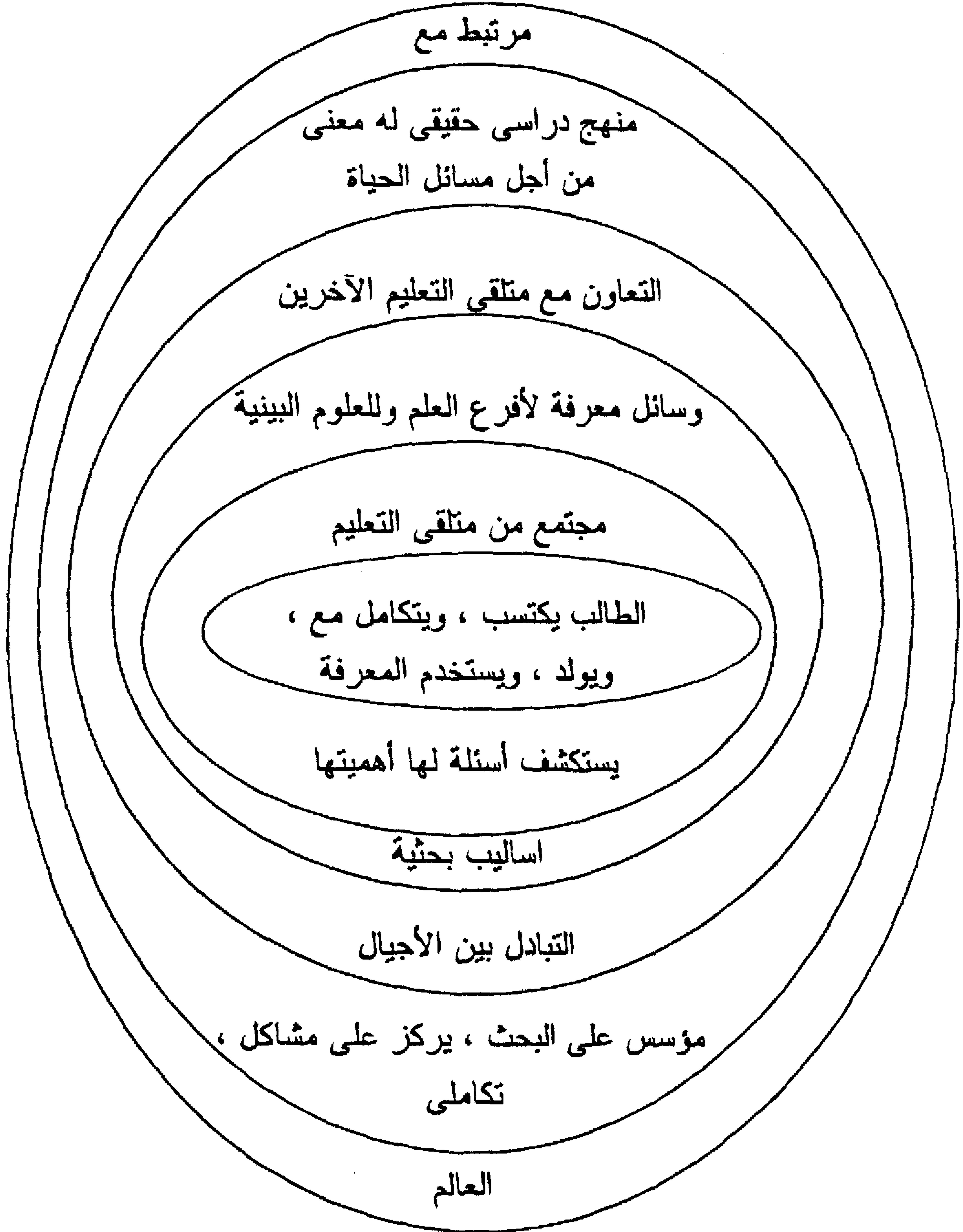
وفيما يلى الافتراضات التى تكمن فى اساس القصة الخصبة الجديدة للتعلم :

- يتأسس التعلم على ابستمولوجيا تؤكد على الطرائق التكاملية للمعرفة ؛ وتؤمن بأن دارس التعلم هو الذى ينشئ المعنى والصلات الرابطة ؛ وتؤكد على قوة العلاقات والمجتمع فى التعلم؛ وتؤمن بأن حماس الدارسين وحبهم أمران ضروريان للتعلم بعمق؛ وتتفهم أن وجود العلاقات والمشاركة هما فى الصميم من التعلم وأن هناك صلة ارتباط عميقة بين العارف وما يُعرف .
- التعليم عملية دينامية بتوجه ذاتى وتوسط داخلى لبناء المعنى من خلال تشكيل نمط.
- الذكاء قابل للتعلم ، وإمكانات وقدرات التعلم تتوسع ولا ينضب معينها.
- يتم توثيق التعلم ببيانات عملية تثبت التفهم ، تجرى فى أى وقت .
- هدف التعليم هو تنمية الفهم ، والحكمة ، والأدوات ، للتعلّم طول الحياة عن طريق التفكر واستكشاف الأسئلة الجوهرية الذى كثيرا ما يكون بطيئاً وعن طريق المشاركة فى بحث له معناه وفيه تحدى .
- التعليم السابق ضرورى للتعليم فى المستقبل .

شكل ٢ - "تطور " التعليم

قصة جديدة

ثقافة البحث ، والاعتماد المتبادل ، والتعاون



بنية "التعلم " فى الغد تركز على المعرفة التى "ييسرها" المدرس و"يولدها" الطالب.

• تكامل المفاهيم هو أكثر طريقة لها معنى من أجل فهم وحدة المعرفة .

• تقييم التعليم تقييما فعالا له معناه يجب أن يتضمن أدلة نوعية على الفهم ، وأن يكون هناك تصحيح ذاتى ، وأن يجرى إثباته عمليا فى أوضاع من العالم الواقعى.

• التعاون ، والاعتماد المتبادل ، والمكافآت الداخلية كلها دوافع قوية للتعلم .

• التعليم مشاركة مستمرة طول الحياة ؛ وما يحدث فى المدرسة هو الحياة .

• البحث الشخصى واستكشاف المسائل الانسانية العميقة هى الوسائل التى يكتسب الأطفال عن طريقها المعرفة والمهارات التى يحتاجونها لبناء المعنى . والمشاركة الكاملة لمتلقى العلم (عقليا وعاطفياً) أمر ضرورى لبناء المعنى .

• يتطلب التعلم بالمشاركة وجود مجتمع تبادلى بين الأجيال يتعلم أفراده معا.

• كل ابستمولوجيا تنشأ عنها بيداجوجيا ؛ والطريقة التى نعلّم بها مستقاة من الطريقة التى نعتقد أن الناس يتوصلون بها إلى المعرفة. وبالتالى فإن تفعيل القصة الجديدة للتعليم يخلق مجتمعات تعلم خصبة تشجع الطلبة على المشاركة بنشاط فى تنمية عقولهم هم أنفسهم (مارشال ١٩٩٩) .

حدث مؤخرا أن عادت إحدى خريجاتنا من كليتها إلى الأكاديمية ، وسألتها، "كيف جهزتك أكاديمية إلينوى للكلية ؟ وكانت إجابتها تثير القلق . قالت " إن أكاديمية إلينوى لم تجهزنى للكلية ، لقد جهزتنى الأكاديمية للمدرسة الثانوية . أما فى الكلية فانهم يعلمونك الحفظ ، والحفظ ، والحفظ . وأنا فى انتظار أن أصل إلى المدرسة التى تخرجت منها حتى أستطيع التفكير ثانية" .

رحلة متصلة لأكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم

هناك عدة قضايا مازلنا نصارعها حاليا من خلال سياق هذه القصة الجديدة للتعلم ، وأملنا هو أن صراعنا معها فى حلبة جماهيرية ، ومع دعوة مفتوحة لزملائنا للمشاركة معنا ، لن يقتصر على ان يؤدى إلى تفتح الحوار ولكنه أيضا سوف يوفر المعلومات للبحث الذى نشارك فيه جميعاً فى سبيل تعلم أطفالنا .

وهاك بعض هذه القضايا والمسائل :

- هل هناك أوجه تبادل ضرورية بين كمية المحتوى المعرفى الذى يكتسبه الطالب ودرجة ومستوى إدراك للمفاهيم ؟

- عندما يمتاز طالب فى اختبار معيارى ، هل ينبغى أن يفترض الجمهور أن لديه إدراك للمفاهيم ؟

- ماهو مقدار المحتوى المعرفى اللازم لإدراك المفاهيم وللتفكير التكاملى ؟

- هل التعليم بمنهج العلوم البينية هو والتعلم التكاملى مما يقلل أو يخفض من قدرة الطالب على اكتساب الفهم المنهجى والأنماط المنهجية للبحث ؟

كثيرا ما يصاب الأطفال بالملل من تلك الأماكن التى تسمى بالمدارس، وليس هذا بسبب أننا نطلب منهم أداء ما هو أكثر مما ينبغى ، وانما هو لأننا نشركهم فى عمل أصغر كثيرا مما ينبغى بالنسبة لتخيلهم . تلتمس أكاديمية إلينوى شركاء ملتزمين ليعملوا معنا فى خلق وسائل لها معنى أكثر عمقا من أجل تنمية وتقييم فهم عميق، خاصة فى الرياضيات والعلم ، بحيث يصبح لدى كل الطلبة العادات الذهنية المطلوبة لاعتناق كل ما يكمن فى الأمام بتلهف وثقة . بصفتهم كرواد فى أرض مجهولة .

المراجع :

American Association for the Advancement of Science. Benchmarks for Science Literacy, Project 2061. New York: Oxford University Press, 1993.

Illinois Mathematics and Science Academy. IMSA's Learning Standards. Aurora, Ill.: Illinois Mathematics and Science Academy, 1999.

_____. Inquiry and Problem Solving: Meaning-Making in Mathematics and Science. Aurora, Ill.: Illinois Mathematics and Science Academy, 2000.

_____. IMSA Longitudinal Study of Graduates. Aurora, Ill.: Illinois Mathematics and Science Academy, 2001.

_____. Standards of Significant Learning. Aurora, Ill.: Illinois Mathematics and Science Academy, 1994.

_____. Student Inquiry and Research Program. Aurora, Ill.: Illinois Mathematics and Science Academy, 2000.

_____. Illinois State Board of Education. Illinois Learning Standards, Springfield, Ill.: Illinois State Board of Education, 1997.

Llewellyn, D, Inquire Within: Implementing Inquiry-Based Science Standards. Thousand Oaks, Calif.: Corwin Press, Inc., 2002.

Marshall, Stephanie Pace, "A New Story of Learning and Schooling." School Administrator 56 (1999): 31-33.

_____. "Creating Pioneers for an Unknown Land: Education for the Future." NASSP Bulletin 82 (1998): 48-55.

_____. "Creating Sustainable Learning Communities for the Twenty-First Century." In The Organization of the Future, ed. F. Hesselbein, M. Goldsmith, and R, Bechard, pp.177-88. San Francisco: Jossey-Bass,1997.

Miller, A. "Integrative Learning as a Goal in Environmental Education." Journal of Environmental Education 12 (1981): 3-8.

Minstrell, J., and E. H. van Zee, eds. Inquiry into Inquiry Learning and Teaching in Science. Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science, 2000.

National Council of Teachers of Mathematics. Principles and Standards for School Mathematics. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics, 1998.

National Research Council. Inquiry and the National Science Education Standards. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.

_____. Science Education Standards. Washington, D.C: National Academy Press, 1996.

Schneps, M. H., and P. M. Sadler. A Private Universe. South Burlington, Vt.: Annenberg/Corporation for Public Broadcasting Multimedia, 1987.

Scheruder, C, "Mary Catherine Bateson: Anthropologist and Author." Chicago Tribune, February 1. 1998, pp. 1, 4.

Trop, L., D. Dosch, D, Hinterlong, and S. Styer, Scientific Inquiries: A New Beginning for Science at IMSA. Aurora, Ill.: Illinois Mathematics and Science Academy, 1999.

Trop, L. and S. Sage. Problems as Possibilities; Problem-Based Learning for K-12 Education. Alexandria, Va.: Association for Supervision and Curriculum Development, 1998.

Wiggins, Grant, and Jay McTighe, Understanding by Design. Alexandria, Va.: Association for Supervision and Curriculum Development, 1998.

أكاديمية المدرسين
للرياضيات والعلم

لوردس مونتيجودو

كان ذلك فى خريف ١٩٨٩ ، فى وقت يتلو مباشرة بدء تنفيذ قانون إصلاح المدارس فى شيكاغو فى ١٩٨٨ . جلس وقتها العالم الفائز بجائزة نوبل بشعره الأبيض ، وكان يعمل مستشارا علميا لحاكم إلينوى آنذاك جيم تومسون ، جلس أمام نائب العمدة للتعليم فى مدينة شيكاغو وذكرله مشكلته . قال الدكتور ليدرمان بأسى "الأطفال كلهم يولدون علماء ، ولكنهم بعدها يفقدون الحماس للانطلاق فى العلم . لدىّ بعض أصدقاء فى الحكومة الفيدرالية قلقون جدا بشأن تعليم العلم باعتباره شأن من الأمن القومى ، وإنى لأتساءل كيف يمكنهم أن يساعدوا شيكاغو فى تحسين تدريس الرياضيات والعلم الآن بعد أن تم وضع قانون لهذا الجهد الكاسح لاصلاح المدارس ؟

سرعان ما استنتجت أن هذا ليس رجلا عاديا . إنه عبقرى . رجل عنده مفتاح السبب فى أن الأطفال ، خاصة أطفال الأقليات الفقيرة ، يفقدون رغبتهم فى دراسة الرياضيات والعلم فى وقت جد مبكر . وقال منفعلا وهو يحك تجعدات شعره البيضاء، " لعل الأمر أن شيئا ما يحدث للأطفال نتيجة بعض قوى خارجية تجعلهم يفقدون فضولهم الطبيعى " . وأضاف ، " إن معظم أطفال الولايات المتحدة يعانون من هذه المشكلة نفسها . وأطفال الأقليات يعانون بدرجة أسوأ من الآخرين ، على أننا نجد فى المقارنات الدولية ، أنه حتى أفضل الطلبة عندنا يناضلون من أجل اللحاق بسائر العالم. لعل الأمر ناتج عن شئ ما يحدث فى المدارس" . ثم قال مستنتجا، "يبدو أن هناك خطأ ما أساسيا فى الطريقة التى يدرّس بها لهم . لعلنا ببضع ملايين قليلة الدولارات نستطيع أن نتعلم كيف نساعدهم" .

وعندها أدركت أنه ليس من رجال التعليم ولا رجال السياسة. فهو بدلا من أن يرى العقبات يرى الإمكانات . وهو لا يقترح حلا سحريا وإنما يقترح تجربة . وهو لا يطرح أن هناك مشكلة متأصلة فى الأطفال أو أن القوى الخارجية هى الفقر، أو العرق ، أو الجنسانية ، أو إهمال الوادلين . كنت أعرف كمدرس سابق فى المرحلة الأساسية وكناظر مدرسة سابق فى شيكاغو أن "القوة" التى استشعرها ليدرمان هى سوء التدريس . ولسوء الحظ فإن معظم مدرسى المدارس الابتدائية ينقصهم المحتوى المعرفى والمنهجية الملائمة لتدريس الرياضيات والعلم . وهذه نتيجة مباشرة لنقص حيوية المحتوى فى إعداد المدرسين وللمفهوم الخطأ المنتشر بين صناع السياسية من أن أى فرد يستطيع أن يدرس هذه الموضوعات على مستوى المرحلة الابتدائية . وحيث أنى وليدرمان كنا نتشارك فى الآراء والأفكار ، فقد أخذت الإجابة عن هذا السؤال تتبلور لنا . وولدت فكرة إنشاء مركز لإعادة تدريب مدرسى المدارس الابتدائية .

التحرك للفعل

حدث سريعا بعد هذا الحوار الأول أن وجدت نفسى فى واشنطن العاصمة أتزاور مع أصدقاء ليدرمان . كان منهم الأدميرال واتكنز وزير الطاقة للولايات المتحدة ، وقد اهتم بالذات باقتراح أن سوء التدريس هو المشكلة وأن المدرسين يمكن أن يكونوا هم الحل . فإذا أستطعنا أن نساعد أولئك الموجودين فعلا فى حجرة الدراسة على اكتساب المعرفة ، والمهارات، والمواقف التى يحتاجونها حتى ينقلوا إلى طلبتهم المهارات والحماس لتعلم الرياضيات والعلم ، إذا استطعنا ذلك سيمكننا أن نعجل من مسار العملية المطلوبة لإحداث تأثير ضخم . فى يوليو ١٩٩٠ احتفل الأدميرال واتكنز وليدرمان بدعم من ريتشارد م. ديلى عمدة شيكاغو ، بحفل قطع شريط افتتاح أكاديمية المدرسين للرياضيات والعلم . وعُين مجلس من المديرين الذين يمثلون نطاقا واسعا، يتألف من قواد من رجال التعليم ،

والعلم؛ والأعمال ، وهيئات المجتمع ، الذيـن يشـرفون علـى الأدارة المسـتقلة لهذه المؤسسة التى لا تهدف للربح .

المدرسـون ، كمـا كـان ليدرمـان يعـرف وكمـا يسـتنتج الآن المزيـد والمزيد من الأفراد ، لا يستطيعون تدريس ما لا يعرفون . ومعظـم مدرسـى المرحلة الابتدائية كانوا هم أنفسهم ضحايا لتلك 'القوة' . فقد خمد ماليدهم من إحساس بالعجب والفضول مبكرا أثناء ممارستهم المدرسية هم أنفسـهم ، ولـم يتكـرر قـط إشـعال جـذوة هـذا الإحسـاس ، حتـى بعـد إنهـاء برامـج إعدادهـم للتدريس . ونجد أن الكثيرين من مدرسى المرحلة الابتدائية لم يفهمـوا الجـبر حقا وأبدا ، ولم يدرسوا قط مقررا فى الهندسة ، أو الكيمياء، أو الفيزياء . أما ما يتذكرونه من البيولوجيا فهو ليس بالكيمياء الحيوية لحامض دنـا النـووى ، وإنما هو بعض ماله علاقة بالحيوانات والنباتات ، ولعل هـذا هـو السـبب فـى أن عددا كبيرا هكذا من حجـرات الدراسـة فـى المرحلـة الابتدائيـة تنمّـى فيـه الزهـور فـى الربيـع وينشـغل بـدروس تـدور حـول الديناصورات . ويضيـع التركيز على المعايير والمسئوليات على النطاق القومى ونطاق الولايـات فـى خضم الأعمال الروتينية اليوميـة حيث يكـافح المدرسـون إزاء قلقهـم مـن أن عليهم أن يدرسوا هذه المواد، بأن يبخسوا من أهميتها فـيراعوا بـأكثر أنشطة القراءة واللغة ، أو بأن يعودوا إلى تدريسها بالطريقة التى درسوها بها .

لم يكن هناك من يعرف على وجه التـاكيد مـاالذى سـيتطلبه التدريـس لمدرسـين لـم يُحسَـن إعدادهـم ، حتـى يمكنهـم زيـادة إنجـاز الطــالب حسـب الاختبارات المعيارية للولايـة. إلا أنـه كـان مـن الواضـح ألا مجـال لإضاعـة الوقت ولا مجـال لغير المؤمنيـن بـالفكرة. فالمشـكلة قـد بلـغ مـن حجمهـا مـا يستوجب تناولها بحل له أبعاده المناسبة . "ويجب أن يكون التدخل فـى الأمـر مركزا على الطفل ، ومؤسسا على المدرسـة ، ومدفوعـا بـالمحتوى . ويجـب أن يقدم للمدرسين ما يحتاجونه من أدوات ومن عون حتى يصبح الأمر كلـه

حيا فـي حجراتهم الدراسية . وأصبح المتغير الوحيد العملياتي هو إعادة تجهيز فرق من المدرسين بالأدوات اللازمة وليس مجرد تعزيز معرفتهم الفردية" . أصبحت هذه العقائد البسيطة ، وإن كانت مفعمة بالتبصر ، هي أساس طريقة التناول في الأكاديمية.

نتج عما لدى ليدرمان من إيمان عميق الجذور بقدرة كل الأطفال على تعلم الرياضيات والعلم ، ومالديه من قدره تحمل هائلة لأوجه الالتباس ، ورغبته تلقائيا في أن يكون نصيرا لأهمية الاستثمار في تدريب مدرسي المدرسة الابتدائية ، نتج عن هذا كله أن يكون فيه المفتاح لنموذج سياسة للتدخل مازالت حتى بعد مرور سنوات كثيرة هكذا سياسة سابقة لزمنها .

طريقة تناول أكاديمية المدرسين للرياضيات والعلم

بعد أن مرت إحدى عشرة سنة من العمل وتحليل بيانات الانجازات ، أجرت الأكاديمية اختبارات للعديد من افتراضاتها . ونحن مقتنعون بأن معظم عناصر التخطيط مهمة على نطاق المدرسة من أجل تحسين إنجاز الطالب في الرياضيات والعلم كما يقاس بالاختبارات المعيارية . والأكاديمية الآن وقد أصبحت تمول من الهيئة التشريعية لولاية إلينوى ، قد وجهت استثماراتها في الحفاظ على بقاء على ما يزيد عن ٣٦٠٠ مدرس بالمرحلة الابتدائية في ١٢٨ مدرسة بإلينوى وأدت إلى رفع درجات الطلبة في الرياضيات والعلم في ست مناطق مدرسية كانت من بين أقل المناطق إنجازا في الولاية بما يشمل منطقة شيكاغو ، والجين ، وأورورا ، وجوليت، وكاهوكيا ، وشرق سانت لويس .

خَطّط برنامج الأكاديمية للتالي :

- مشاركة المدرسين في استعراض لمحتوى الرياضيات والعلم في المرحلة الابتدائية مع الاسترشاد برؤية المعايير القومية ومعايير الولاية (١٢٠ ساعة على مر سنتين).

- التركيز على ما فى المنهج الدراسى من مناطق يهملها المدرسون اكبر اهمال بسبب نقص مالديهم هم انفسهم من المعرفة . فهناك فى الرياضيات الحس بالأعداد، والهندسة ، والقياسات ، والاحتمالات ، وهناك فى العلم العلوم الفيزيائية ، وتأكيد مهارات جمع البيانات والتحليل .

- أن يمارس المدرسون ، مثلما يفعل الطلبة ، المناهج المؤسسة على البحث التى ينبغى أن يستخدمونها فى حجراتهم الدراسية ، مثل التعلم التعاونى ، والتعلم عن طريق البحث ، ومعالجة ما هو ملموس من النماذج والمواد التعليمية .

- أن يتاح للمدرسين الوقت للممارسة ولأن ينقلوا للطلبة ما يتعلمونه بمساعدة من التدريب داخل الحجرة الدراسية الذى يقدمه مدربون محترفون من الأكاديمية .

- أن يصبح من المتاح أن تتوفر مجاناً فى حجرات الدراسة المواد اللازمة لتقديم وممارسة ومعالجة ما هو ملموس من النماذج والمواد لتعزير تفهم المفاهيم .

- إشتراك الناظر والوالدين فى عملية التغيير حتى يستطيعوا اكتشاف الوسائل لدعم المدرسين وهم يغيرون ثقافة التدريس والتعلم .

- صنع صلات ارتباط مع تدريس القراءة وترقية اللغة .

- تشكيل الكتلة الحرجة من المدرسين المدرَّبين فى كل مدرسة حتى يزيد احتمال أن يتم تعليم الطلبة بتتابع من المدرسين الأفضل إعدادا وأن يكون لدى المدرسين الجدد نماذج أفضل للأدوار التى يحاكونها .

• تقييم وتسجيل نتائج سياسة التدخل باستخدام معايير كمية لتحديد ما حدث من تأثير فى المدرسين والطلبة كما يقاس بواسطة الاختبارات المعيارية للولاية فى الرياضيات والعلم .

حدث على مر السنين تطور بطئ فى أبحاث تحسين تعليم الرياضيات والعلم، وأبحاث التعليم عامة ، الأمر الذى أدى لدعم عناصر طريقة تناول الأكاديمية ، وتقبل التكاليف اللازمة ، التى وصفت فى ذات يوم بأنها باهظة . على أى حال ، فإن الأكاديمية تواصل أن تكون سابقة لزمنها بأن تكون لها خبرة مباشرة مع تعقد عملية التغيير فى المدارس ، ومع التحديات الإضافية التى تجلبها التكنولوجيا للمدارس والمدرسين ، ومع العلاقات الضرورية لجعل سياسة التدخل منهجية ومستدامة ، ومع نظم المسئولية اللازمة لجعل الأكاديمية فعالة ومسئولة . تطرح خبرة الأكاديمية مايلى،

• اتباع طريقة للتدريس للمدرسين بتشاركهم فى مجموعات تمثل الصفوف داخل الدائرة التى يدَرسون فيها (إبتدائى ، أو إعدادى ، أو ثانوى) ، بما فى ذلك التعليم الخاص والمدرسين المتحدثين بلغتين ، وهذه طريقة فعالة تشجع المدرسين على أن يتعلموا ويخططوا معا فى بيئة تعلم مختلطة .

• يجب أن يكون هناك كتلة حرجة من المدرسين من أى مدرسة بعينها تساهم فى سياسة التدخل إذا كانت النتيجة التى تلتمس هى أن يكون هناك فى المتوسط مكسب على نطاق المدرسة فيما يتعلق بدرجات اختبارات الولاية المعيارية .

* يجب أن يساهم على الأقل ٧٠ فى المائة من مدرسى المدارس الابتدائية، بنسبة حضور تصل على الأقل إلى ٧٥ فى المائة من ٦٠ ساعة من التعليم وخمس عشرة ساعة من التدريب داخل حجرة

الدراسة حتى تظهر مكاسب على نطاق المدرسة. عندما تساهم نسبة من المدرسين تقل عن ٧٠ فى المائة، فإن التحسن فى انجاز الطلبة على نطاق المدرسة سيعتم عليه انخفاض انجاز الطلبة فى حجرات الدراسة التى يكون المدرسين فيها من غير المساهمين .

* يصدق الشئ نفسه على المدرسين فى الصفوف الاعدادية . وعلى أى حال فإن هناك حاجة إلى ١٢٠ ساعة على الأقل من التدريب على المحتوى والمنهج حتى يتم صنع تحسن له أهميته فى تعلم المدرسين أنفسهم وفى ممارستهم فى الحجرة الدراسية وذلك بسبب تزايد تعقد المحتوى .

- عندما يُدرس للمدرسين بواسطة نفس الطرائق التى نتوقع منهم أن يستخدموها فى حجراتهم الدراسية فإن هذا يعطيهم خبرة مباشرة بمزايا هذه الطرائق ويساعدهم على تعيين واستكشاف المفاهيم الخطأ فى بيئة آمنة واحترافية .

- دعم المدرسين فى الحجرة الدراسية أثناء نقلهم لهذه الطرائق فى تطبيقات الحجرة الدراسية أمر ضرورى بالنسبة للمدرسين الذين كان إعدادهم منقوصا وذلك حتى يدركوا التأثيرات الايجابية للطرائق الجديدة فى طلبتهم. وهذا يدفع المدرس لمحاولة القيام بها مرة أخرى .

- يجب تقديم التكنولوجيا التعليمية كأداة لدعم المنهج الدراسى المؤسس على المعايير وليس كطريقة للتخفيف من تركيز المنهج . يجب توفير تدريب ودعم إضافيين مؤسسين على المدرسة من أجل تنمية المهارات التعليمية للمدرسين .

• وجود سلسلة من كتب دراسية متينة ، مقرونة بشتى الأنواع من نماذج الحجرة الدراسية ووسائلها اليدوية ، يمكن أن يساعد المدرسة فى استدامة مجهوداتها على مر الوقت .

• المناطق المدرسية التى يوجد لها بؤرة واتجاهات تعليمية مركزية تصل إلى مكاسب أعظم مما فى مدارس المناطق التى تعمل فيها كل مدرسة "مستقلة عن الأخرى" .

• يجب أن يكون هناك على الأقل ثمانى وحدات مكملة من علم الفيزياء تؤكد على المتغيرات الأساسية فى علم الفيزياء والرياضة ، وذلك حتى تحدث زيادة لها معناها فى درجات الرياضة للطلبة فى الصفوف الإعدادية .

• يجب أن يكون لدى من يعملون على توفير ارتقاء هيئة العمل المؤسسة على المدرسة القدرة على التعامل مع حجم سياسة التدخل وكذلك أيضا القدرة على التقييم ، وتخطيط التعليم ، وإجراء عمليات التأكد من الجودة بما يؤدى إلى ضمان ثبات الخدمة المقدمة ومتابعة النتائج .

ولكن بعد كل ما قيل وتم أداؤه ، إلا أن ليدرمان لا يكون أبدا راضيا. فيقول، "مازال لدينا المزيد من آلاف المدرسين فى الفناء الخلفى علينا أن نصل إليهم، فلماذا نضع قيدا على ما نصل إليه من أمكنة ؟" وهذا هو السبب فى أنه يقضى وقتا فى فرنسا ، وهو يساعد صديقه جورج شارباك فى تنوير النظام المدرسى الفرنسى باستخدام برنامج "الممارسة العملية" للعلم والرياضيات . حسب نموذج أكاديمية المدرسين للرياضيات والعلم . وقد حدث فى أعقاب المؤتمر الدولى الأول لتعليم العلم فى المرحلة الابتدائية ، وكان فى بكين ، أن مدت الصين يدها إليه هى وبلاد أسيوية أخرى ، طلبا للمساعدة . وهكذا لا يعرف ليدرمان أى قيود .

كلمات تقدير

مع ليون ليدرمان
من حدائق المعمل
إلى غابات المجتمع

جورج شارباك

تقاطعت مساراتنا الشخصية عند مدينة من أجمل المدن فوق هذا الكوكب ، فى فينيسيا ، فى مؤتمر فيزياء الطاقة العالية سنة ١٩٥٩ .

كان الأمر بالنسبة لى خطوة حاسمة . بلغ من حسن حظى بعد الحرب، وبعد تدريب تعس جدا فى الفيزياء، وإن كنت قد نلت دبلوما محترما كمهندس تعدين، أنى بدأت العمل فى معمل جوليو بكوليج دى فرانس. وكانت محاضراته عن تاريخ الفيزياء مدخلا جميلا لتاريخ العلم. وكانا فنانا فى تشغيل معظم الكشافات التى تستخدم آنذاك. وحاولت غريزيا أن أتغلب على مالدى من مركبات النقص فى التكنيكات التجريبية بأن أخذت استثمر عقلى وطاقتى فى البحث عن كشافات جديدة، وكان ذلك بمباركة من رئيسى .

ذهبت إلى فينيسيا ومعى كشاف جديد حقا ، لافائدة له وإن كان فاتنا، وكان فى نظرى وكأنه بالنسبة لأجهزة الكشف فى المستقبل ما يُفترض أن تكونه بعض القردة العليا بالنسبة للجنس البشرى . إلا أن ليون ليدرمان تملكته توهمات عن قدراتى التجريبية فى بناء أجهزة نبضية عالية الفولت للتجارب التى يخطط لها فى المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية (سيرن) حيث كان سيقضى فيها سنة سبتية(*). وقدم لى زمالة بحث حتى أنضم

(*) السنة السبتية أجازة تمنح عادة لأساتذة الجامعة كل سابع سنة للراحة أو للبحث فى جامعة بالخارج.(المترحم)

لجماعته للبدء فى قياس اللحظة المغناطيسية الشاذة لجسيم الميون(*) ، وكان أن قضيت السنوات الخمس والثلاثين التالية فى "سيرن" ! . كانت تجربة فيها تحدى ، والتقيت فيها بشخصيات مرموقة تعلمت منها الكثير جدا. بعد أن رحل ليدرمان حل مكانه ديك جاروين الذى اكتشفت على يديه معنى أن يكون المرء عالما تجريبيا عظيما له ثقافة موسوعية .

تمت بعد ثلاث سنوات التجربة المسماة جى-٢ (g-2) وأدت إلى ولادة أجيال أخرى عديدة من التجارب التى تهدف إلى إجراء تحسين عنيف فى قياس اللحظة المغناطيسية الشاذة للميون .

قررت أن أعود ثانية إلى اجراء أبحاث عن الكشافات حيث أن ازدهار مجال فيزياء الطاقة العالية – مع ما صحبه من ميلاد معجلات أكثر واكثر طاقة وأكثر وأكثر شدة – أدى إلى خلق طلب قوى على الكشافات الجديدة . وبينما افترق ليدرمان وجاروين فيما اتجها إليه من أنشطة ، حافظت أنا على صلة دائمة بهما ، تأسست على صداقة متينة وعلاقات أخوية فى مجالات كثيرة خارج المهنة .

أخذ ليدرمان يثب من تجربة طموح للأخرى ، فوجدت فيه مصدرا دائما لمسائل تثير حفزا حول الكشافات الجديدة التى نكيفها حسب المشاكل البازغة من التجارب التى يخطط لها . وأدى هذا إلى حفزنا على خطوات مهمة عديدة فى نشاط مجموعتنا ، وانتهى إلى تعاون مهم بين المعمل القومى لمعجل فيرمى (فيرميلاب) ، ومعمل (سيرن) ، ومعمل(ساكلاى) .

(*) الميون جسيم خفيف مشابه للإلكترون وإن كان أثقل منه ٢٠٧ مرة ، وهو ليس من مكونات المادة العادية ولا يرصد إلا فى المعمل .(المترجم)

أدى هذا التعاون إلى أن أقوم بزيارات كثيرة لفيرميلاب ، وحدث بمناسبة إحدى هذه الزيارات أن ذهب بي ليون إلى مدرسة بالقرب من شيكاغو حيث كان ينمي طرائق جديدة للتدريس لأطفال المدارس الابتدائية وشعرت بانطباع وكأني قد اكتشفت أمريكا .

كان واضحا أن ممارسة التعليم التي رأيتها هناك (بالممارسة العملية) "hands on science" هي من أحسن السبل للتغلب على الثغرات الواسعة التي توجد بين عشائر المعلمين وغير المتعلمين في العالم . وبدأت حملة لإدخال هذه الطريقة البيداجوجية إلى فرنسا . ونظمت لقاء بين ليدرمان ووزير التعليم ، فرانسوا بيرو . بل إننا حتى ظهرنا معه في التليفزيون واستطعنا في ١٩٦٥ أن ننظم زيارات لشيكاغو لشخصيات كبيرة في المؤسسة التعليمية الفرنسية ولأعضاء معدودين من الأكاديمية الفرنسية للعلوم. وكان أن اقتنعوا ، وأن اكتشفوا في الوقت نفسه المشروع الجميل لأكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم في أوروا ، وهي بمثابة معبد فائق التميز في مجال التعليم العلمي في المدارس الثانوية .

أدى هذا بالنسبة لي إلى بداية ست سنوات من النشاط المكثف في فرنسا. وشجعني كذلك على النظر في أمر الجهود التي تكفلت بها المؤسسة القومية للعلم في مراكز معدودة في الولايات المتحدة من أجل أن تشجع على نطاق كبير طرائق التناول الجديدة للتعليم في المدارس الابتدائية . هكذا اكتشفت كارين ويرث في كامبردج ، وجيري باين في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا ، وأخذت أشجع المواطنين في بلدى لتحفزهم الممارسات الأمريكية ويكيفونها حسب ظروفنا الخاصة ، وهي ظروف تُعد في جوانب منها أكثر مواتاة . وكانت جائزة هذه الجهود في فرنسا أن اصبحت طريقة التناول "بالممارسة العملية " أو "البحث" برنامجا رسميا لوزارة التعليم ، التي تدير كيانا يعمل فيه ١,٤ مليون من الموظفين . أصبح هناك على الأقل ستة

آلاف من المدرسيين الذين يمارسون هذا المنهج التعليمي المؤسس على طريقة تناول علمية ، تجريبية ، نشطة لتعليم الأطفال . ومع ظهور تطويرات أصيلة كثيرة بسبب ابداع مدرسينا ، أصبحت هناك منظمات كثيرة تشارك فى التعليم ، مثل مدارس المدرسين فى الجامعة . ومع مساهمة المدارس الهندسية في تنمية البيداجوجيا ، ومع مساعدة الأساتذة والكثير من طلبتهم ، ومع المتاحف المحلية وكذلك أيضا الأكاديمية الفرنسية للعلوم ، التى لها ثقل كبير بسبب مكانتها ، مع كل هذا فإننا نأمل أن نكون فى وضع يسمح بدعوة أصدقائنا من الولايات المتحدة إلى فرنسا حتى يقدروا كيف أننا أيضا نساهم فى هذا التقدم ، الذى يشكل فى الحقيقة تحديا لكل العلماء فوق هذا الكوكب .

وبالنسبة لى شخصيا كانت هذه فرصة لاستغلال منصب بارز نابع من النشاط العلمى ، لممارسة التأثير على قطاع مهم من مجتمعنا. ولكن هذه لم تكن الفرصة الوحيدة التى سنحت . فقد ساعدتنى علاقتى مع ديك جاروين على أن أبقى عينى دائما تطل على التطورات الخيالية فى التسلح النووى فوق كوكبنا . وساهمت معه فى ورش عمل عن حرب النجوم ، مع أناس مثل إدوارد تيلر فى صقلية بمعمل(إريس) حيث كان هناك عضو آخر من مجموعة تجربة (جى - ٢) وهو أنطونيو زيكتشى، يكرس جزءا من حياته لتنمية مدرسة تعالج كل المشاكل الكوكبية .

دُعيت بعد تلقى جائزة نوبل للانضمام لهيئة تحكيم انتخاب ملكة جمال فرنسا! ورفضت لأسباب ربما تكون تافهة . ودُعيت أيضا للانضمام إلى لجنة عينها رئيس الوزراء لمناقشة مستقبل ترسانة فرنسا النووية . وقبلت ذلك ، ولكنى تبينت سريعا كيف أنى كنت جاهلا ، وكذلك كان الكثيرون من المشتركين الآخرين فى اللجنة . وناقشت الأمر مع جاروين ، وكان أن قررنا، تأليف كتاب يوفر بيانات راسخة للأفراد الذين تقع عليهم مسئولية صنع القرار فى التطبيقات المدنية والعسكرية للفيزياء النووية .

وصل كتابنا إلى أن يكون فى قائمة أعلى المبيعات فى فرنسا. وقد نُشر فى الولايات المتحدة فى أكتوبر ٢٠٠١ وفى طبعة شعبية فى ديسمبر ٢٠٠٢.

كان مما أذهلنى مستوى الخرافات التى تتفشى كالوباء فى مجال الإشعاع النووى، حيث كثيرا ما تحل الدعاية الزاعقة مكان التفكير العقلانى . وأدى بنا هذا إلى أن نستمر فى تعاوننا والى أن نطرح تغيير الوحدات التى تستخدم لتقدير مستوى الاشعاع عند السكان . وأعتقد أن بياننا لعرض ذلك ، الذى قدمناه فى يونيو ٢٠٠١ للأكاديمية الفرنسية للطب ، هو مما يستحق أن يُعرض هنا . وهو خطوة من أجل إيضاح المشاكل التى يلاقيها مجتمعنا عند مواجهة تأثيرات التقدم العلمى السريع، وعندما يحتاج إلى مساهمة الفيزيائيين من أجل أن يدرك المجتمع درجات الأحجام المختلفة من المخاطر النسبية لشتى مصادر الطاقة .

فيما يخصنى ، فإنه عندما ضمنى ليون ليدرمان للعمل فى فينيسيا كان فى هذا فرصتى لدخول مجال من الفيزياء المثيرة ، وللوصول إلى منصب أستطيع فيه الاسهام فى التعليم العلمى للأطفال، وربات البيوت، والجنرالات، والأدميرالات بل وحتى الساسة ، كما استطيع أن أقيم صلات صداقة متينة.

لاريب فى أن تجربة "جى-٢" كانت نجاحا انطلق إلى مدى يتجاوز العدد المحترم من الأرقام العشرية التى أضفناها لقيمة اللحظة المغناطيسية للميون .

ليون ليدرمان
يبشر هاديا
للعلم

جورج أ. "جاى" كيويرث II

فى سنة ١٩٨١ وصل مجتمع فيزياء الطاقة العالية فى الولايات المتحدة إلى حد فاصل . ففى حين كان المعمل القومى لمعجل فيرمى (فيرميلاب) فى حالة إزدهار، لم تكن هناك أى رؤيا كبيرة عن منشأة من الجيل التالى تحل محله ، أو على الأقل لم تكن هناك منشأة من هذا النوع تلقى دعما كثيرا . وكان البعض يرون أن "المنعطف" التالى ينبغى أن يتجه إلى الساحل الشرقى ، أى إلى معمل بروكهافن القومى ، وذلك على الرغم من أن ما يقترحه هذا المعمل هو منشأة تكاد تكون غير متميزة تسمى (أيزوبل) . وحيث أن ستانفورد فى الغرب كان فيها مركز المعجل الخطى لستانفورد (سلاك) ، بينما يوجد فيرميلاب فى الغرب الأوسط ، وهذان المركزان هما آخر ما مُول من المراكز الرئيسية ، فقد رأى البعض أن من العدل أن يتم تمويل (أيزوبل) . فى حين راى آخرون أن التحديات الاجتماعية التى كانت تجابه (سيرن) كمشروع تعاونى بين دول عديدة أصبحت مما يمكن معالجته ، وبالتالى فإن التعاون الدولى فيه المسار الوحيد إلى المستقبل .

وبصفتى المستشار العلمى الجديد ، والمستشار الذى له اهتمام خاص بالقضية، فقد رتبت أن التقى ذات يوم سبت بالهيئة الاستشارية لفيزياء الطاقة العالية التابعة لوزارة الطاقة وأن يكون اللقاء فى ساحة 'ملعبى' الخاص فى المبنى القديم (للمكتب التنفيذى) . وبالنسبة لى فإن الذكرى الباقية لهذا اللقاء هى أنها لا أقل من أن يكون مفعمة بالتقدير الحقيقى لليون ليدرمان، ولكنها

أيضا لسوء الحظ لم تذهب لما هو أكثر من ذلك ، حيث أنه لم يتم مطلقا أى تحقق للمشروع المطروح للمعجل فائق التوصيل فائق الاصطدام.(*)

ليسمح لى القارئ بأن أشرح دور ليدرمان . يجب أولا أن نوضح المنظور السيكولوجى السائد فى ذلك الوقت بعينه . دعنا نتذكر أنه فى أواخر السبعينيات والثمانينيات من القرن العشرين كان التضخم قد أنزل الخراب بميزانيات العلوم. وبالاضافة ، فقد انخفض التفاؤل الأمريكى التقليدى لأدنى حد ، مع وصول اقتصادنا إلى التضخم بأرقام مضاعفة ومع المأزق المحرج المؤسى للمواطنين الأمريكيين الذين اُتخذوا رهائن فى إيران ، وهما قضيتان كانتا تبدوان بلا حل . وهكذا فقد ساد أعضاء الهيئة الاستشارية لفيزياء الطاقة العالية شعور بشك حقيقى بأن تلتزم إرادتنا القومية بإقامة أى منشأة كبرى لفيزياء الطاقة العالية فى الجيل التالى – وهى منشأة سوف تكلف ولاريب بلايين من الدولارات . أما مشروع (أيزوبل) فإنه ربما يستطيع أن يجد طريقة يتسلل من خلالها . وفيما أذكر فإن ليدرمان لم يكن حقا معارضا (لايزوبل)، ولكنه كان يركز بشدة على نوعية المنشأة التى سنحتاجها للإجابة عن الأسئلة التى كانت تخرج وقتها من (فيرميلاب) و(سيرن) . وهكذا فإنه خطط لمشروعه (ديزرترون) وهو مشروع تعاونى كوكبيا ، ليؤدى بالضبط هذا الغرض . كانت استجابتى لأعضاء الهيئة الاستشارية لفيزياء الطاقة العالية هى أن طرحت عليهم أنه إذا صدقت الهيئة على مشروع (ديزرترون) بتمويل واسع من الولايات المتحدة (وقد أصبح المشروع بعدها هو مشروع

(*) المعجل فائق التوصيل والاصطدام : مشروع لم يتحقق لمعجل ضخم يتكلف ما يقرب من خمسة بلايين دولار وقطره يبلغ ٥٣ ميلا ويستهلك طاقة تزيد عن ٣٠ مليون وات. والهدف منه سبر تركيب المادة فى نطاق أصغر من قطر بروتون نواة الذرة بمائة الف مرة ، وذلك باستخدام تركيزات طاقة تقارب ما كان موجودا فى كرة الانفجار الكبير عندما كان عمر الكون لايتجاوز $١٠^{-١٦}$ من الثانية . (المترجم)

المعجل فائق التوصيل والاصطدام) وإذا نبذت اللجنة مشروع (أيزوبل) الباهت، على الرغم من أن فيه 'المنعطف' إلى بروكهافن، فإني سأبذل عندها كل ما في وسعي لدعم المشروع الجديد. وقد فعلت.

ثمة أشياء عديدة هنا جديرة بتذكرها. وأحدها أن ليدرمان أبقانا في حالة تركيز على التفوق العلمي بأن جعلنا لاغير نتابع رؤياه لما سيحتاجه الجيل التالي من الباحثين. ولم يسمح لأي شئ بأن يقف في الطريق، وكان على استعداد دائم لأن يفعل ما يتطلبه الأمر ليتحقق. وكان على استعداد للوقوف إزاء نظرائه في سبيل الأمور التي تتجاوز ايجاد حل وسط. وحتى يواصل السير حسب رؤاه، كان مستعدا لأن يتصل مباشرة بالناس الذين سيتولون تمويل الماكينة - أي الجمهور الأمريكي.

قبل ذلك الوقت، كان ما يحدث واقعيا هو أن يُبرر بناء أي معجل جسيمات كبير في الولايات المتحدة حسب استراتيجية وضعها إ. أو. لورانس، تحاج بأن معجلات الجسيمات هي خطوات في الطريق لشفاء السرطان. أما المعجل فائق التوصيل والاصطدام فهو أضخم حجما وتكلفة مما ينبغي (كما أن علاج السرطان قد اكتسب قدرا كبيرا من قوة دافعة مستقلة بذاتها من غير مساعدة أخرى) وبلغ من ضخامة حجم وتكلفة هذا المعجل أن أصبح من غير الممكن الإعتماد على هذه الإستراتيجية التي كانت قبلها تفلح عند محاولتها. وبينما أخذت أناقش مع اعضاء الهيئة الاستشارية الحاجة إلى ترويج المشروع مباشرة عند الناخبين، إذا بليون يرتفع مرة أخرى فوق كل خلاف. وبدا لي أنه يرى ذلك ببساطة على أنه أبسط أنواع التحدي: فهو ما دام قد اقتنع بأن المعجل فائق التوصيل والاصطدام هو خطوة حكيمة تتخذها البلد، فإن أقل ما يستطيع فعله هو أن يحاول أن يشرح للناس الذين سيدفعون بالفعل تكلفته السبب في أهميته. والحقيقة أن ليدرمان يستمتع فعلا بأن يشرح للآخرين وخاصة لغير المتخصصين، أكثر ما يخلب

لبه فيما يتعلق بالعلم ومتابعة المعرفة الخالصة . وقد تفهم ليدرمان وقتها أمرا بالغ الروعة . فكتب إلى مجلة "ناشيونال جيوجرافيك" (القومية الجغرافية) مقالا بالغ العجب حول الجمال الخالص لفهم طبيعة المادة تحت الذرية وكيف أنه من الأهمية البالغة لنا أن نواصل هذا المسار من البحث العلمى . وكما مازلت أذكر ، فإن مقاله كان تاليا لمقال خلاب آخر يدور حول استكشاف أعماق المحيط .

منذ الحرب العالمية الثانية يتم دعم الأبحاث الأساسية فى الولايات المتحدة هى ومتابعة المعرفة الخالصة بطريقة فيها ما يضاهى ما كان عليه الفن من أولوية فى عصر النهضة الإيطالى . وفى عهد ما بعد الحرب هذا الذى ساده احترام العلم ، كان هناك أبطال كثيرون استحوذوا على أنظار الجماهير ، ابتداء من أينشتين إلى فيرمى ثم فون نيومان . أما اليوم فليس هناك إلا عددا قليلا جدا من الأبطال فى العلم ، وهكذا فقد قل هذا الدعم للعلم. ونادرا ما يفهم الجمهور الآن الفارق بين التماس المعرفة والتكنولوجيا وبين تطبيق هذه المعرفة . وليس هناك عددا كافيا من العلماء ممن يهتمون بمحاولة توصيل أهمية هذا الفارق . أما ليون ليدرمان فهو على استعداد لأداء ما يتيطلبه الأمر لاكتساب " وضع البطولة " ، وأهم من ذلك لاكتساب دعم الجمهور للعلم الخالص. والحقيقة فهو قد يكون الآن أفضل مثل أعرفه لكيفية أداء ذلك كما ينبغى. وأنا ممتن له لأنه ذكرنا بذلك .

ليون ، و (فيرميلاب)، وأشياء أخرى

الفين تولستروب

أصبح ليون ليدرمان مديرا للمعمل القومى لمعجل فيرمى (فيرميلاب) فى ١٩٧٩ . والحقيقة أن لجنة الأمناء كان تريد تعيينه قبلها بعام ولكنهم لم يستطيعوا العثور عليه (كان ينعم بالدفء فى شواطئ إيطاليا !). " وعندما عُين قال . "حسن ، ولكنى أود أن أجرب المنصب لسنة أولا" . وبالتالى أصبح مديرا مرشحا لفترة ما ، ولكنه عندما أدرك ما تأتى له فى منصبه من توفر منبر لايصدق جعله أفضل بائع يروج للفيزياء ، فإنه قبل الوظيفة بلباقة. كما أنه توفر له أيضا بذلك جمهور مستمعين مفتونين به يمارس عليهم القاء ذخيرته من الفكاهات .

كان ر.ر. ويلسون مؤسس المعمل يعى بشدة ما يمكن أن يكون لهذا المعمل الهائل من تأثير فى الجمهور . وكان يدرك أن دعم موضوع مثل فيزياء الطاقة العالية لا يفهمه إلا القلة ، لهو دعم يتأتى عن طريق تمويل من الجمهور ، ويجب أن نجعل هذا الجمهور يحس بجزء من هذا البحث العلمى المثير . هكذا بُنى المعمل ليصمد بارزا. ويتكوّن المبنى الرئيسى من منشأة من ستة عشر طابق فوق الأراضى المنبسطة للسهول الوسطى ، وبهذا يمكن رؤيته على بعد أميال عديدة. وله من ارتفاعه ومعماره مايدعو الجماهير إلى استكشافه . وترى الأعين فيه نفس هذا النوع من الجاذبية وهو على مدى أقرب ، بسبب ما لأبنيته من ألوان وتنظيم فى تصور رائع. وأدى الإبقاء على ما كان يوجد أصلاً من بيوت المزارع ، وقطيع الثيران والتماثيل الكثيرة ، إلى أن يضيف إلى ما للمكان من ملامح جوهرية تثير الاهتمام. كان ويلسون هو الذى وضع الأساس لذلك .

كان هذا هو المعمل الذى سوف يديره ليون والذى فيه الأداة الكاملة الملائمة له . شمل النقاش عن مستقبلنا كل فرد منا . ولدى ليون ميل للدعابة يمكن أن يتخلل أشد المناقشات حرارة ، كما أن صداقته لكل الأفراد على كل المستويات كانت تنساب للأعماق لتستخرج كل الموارد الثقافية الرائعة التى تكمن فى المعمل . وكان أن ازدهرنا علميا . ولكن هذا موضوع لنقاش فى يوم آخر .

أشرك ليون المعمل منذ أول الأمر فى شئون المجتمع ، وذلك على المستوى المحلى والمستوى القومى معا . ووفرت " فيزياء صباح السبت" علاقة اتصال بين طلبة المدارس الثانوية والعلماء الباحثين . وتبع ذلك المقررات الدراسية لمدرسى الفيزياء فى المدارس الثانوية . ثم بدأ البرنامج الصيفى للطلبة . وبُذلت محاولة لبدء معهد لجامعات متعددة ليجذب الباحثين ويوفر دارا ثقافية لطلبة الدراسات العليا وما بعد الدكتوراه قرب فيرميلاب . وامتد نشاط ليدرمان إلى أمريكا الجنوبية والمكسيك ودمجهما فى شبكته العنكبوتية، ودُعى رجال الحكم إبتداء من أعضاء الكونجرس والوزراء وما دونهم ليحضروا لزيارة المعمل ، ووقع الكثيرون منهم فى أسر دفء ليون ودعاباته ، وكان أن وفروا ما احتجناه كثيرا من دعم فى المستقبل . وأدت جهوده إلى إنشاء مركز ليدرمان للعلم فى فيرميلاب ، وأكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم فى ١٩٨٥ ، وأكاديمية المدرسين للرياضيات والعلم فى ١٩٩٠ .

أستُخدم فيرميلاب كمنبر قومى (بل وحتى دولى) للحصول على دعم ليس فحسب للفيزياء وإنما هو دعم أيضا لتعليم العلم . وأمد فيرميلاب بالكثير من الأفراد المطلوبين هكذا لمجموعة العمل العلمية. على أن ليونارد عمل فى كل الأحوال على الحصول على أفضل الناس من خارج المعمل أيضا ووفر لهم ما يحتاجونه من موارد. وأدى ما لديه من دفء ومرح

وصداقة هو واتصالاته الكثيرة السابق ذكرها إلى أن ينضم الأفراد معا فى فرق عمل لها انتاجية خارقة . ولم يكن الأمر أبدا بأسلوب أن "هذا هو ما يجب عليكم فعله"، ولكنه بأسلوب ، "هيا نعثر على ما نحتاجه، وأين نستطيع الحصول على موارد لنا" . لم يكن ذلك مسار فى شارع له اتجاه واحد : وإنما كان المعمل أيضا مكانا فيه إثارة أكبر كثيرا .

أعتقد أن أكاديمية إلينوى للرياضيات والعلم تجسّد بعضا من أهم أعمال ليون وأكثرها بقاء . من الممكن أن تجرى تجارب الفيزياء ببراعة وفى وقتها المناسب إلا ان ما يحدث عموما هو أنه سرعان ما تطغى عليها الاكتشافات الجديدة . وعلى أى حال، فإن تحريك العمل فى هذه المنظمة من المعاهد التى تغذى العقول الشابة للطلبة وتعلمهم الانفعال بالكشوف العلمية وما للعمل من تأثير فى المدنية ، كل هذا فيه إمكانات تجعل له أهمية لمستقبلنا بدرجة أكبر كثيرا من الاكتشافات التى نصنعها فى المعمل . على أن ليون قد تفوق فى الأمرين ، واستفاد العالم كله من جهوده . وفى وسعنا جميعا أن نتمنى له عيد ثمانينى سعيدا![١]

هامش :

١) لن نكون منصفين إذا أهملنا ذكر ليون وفكاهاته. والحقيقة أن مالديه منها أقل مما يُعتقد عموما . تأتى فكاهاته فى ثلاثة أجزاء : التمهيد الذى يقدم الشخصيات ، فالموقف ، ثم أخيرا القفلة اللاذعة . وقد تبينت من ملاحظته طويلا أنه يختزن هذه الأجزاء منفصلة . ثم يقوم بعدها بما يشبه عملية "مزج وتوافق" فى متجر ملابس يتاح فيه الكثير من قطع الثياب المختلفة التى يمكن الاختيار منها وجمعها معا حسب ما تتطلبه المناسبة .

ليون ليدرمان
صديق حقيقى
للعلم والتعليم

ألفين و. تريفلبيس

نبعت خبراتى الأولى مع ليون ليدرمان عند تعيينى فى ١٩٨١ كمدير لمكتب أبحاث الطاقة بوزارة الطاقة . وكان ليون فى ذلك الوقت قد عُين حديثا فحسب كمدير للمعمل القومى لمعجل فيرمى (فيرميلاب) . وعلى الرغم من أنى كنت قد عملت مع ليون فى لجنة للمؤسسة القومية للعلم ، إلا أنى لم أكن أعرفه أحسن المعرفة . وكنتجية لوظيفة كل منا فى ١٩٨١ ، والتى تغيرت فيما بعد ، أصبحت معرفتى بليون وزوجته ايلين وفيرميلاب معرفة وثيقة جدا .

كان هناك لحظات عصيبة معدودة فى علاقتنا ، إلا أننا عموما قضينا معا وقتا مثيرا وصلت من خلاله إلى الاعجاب بليدرمان وتقدير مدى الصعوبة فى إدارة معمل قومى . والواقع أنه ليس من الصعب أن يكون المرء مديرا لمعمل قومى ؛ وإنما هذا فحسب أمر بلا طائل (فكاهة !) ، كما تعلمت لاحقا بنفسى . ثمة قوى كثيرة لها تأثيرها فى الأمور الممكنه لمعمل قومى ، وثمة ضرورة للنضال من أجل الميزانيات والبرامج. وليس هناك أى مجال فى تدريبنا الاكاديمى أو البحثى نحصل فيه على أى إرشاد للطريقة التى نتعامل بها مع تلك المواقف ، وهى مواقف يبدو كقاعدة أنها تنشأ بمعدل يكاد يكون يوميا. كسر ليدرمان هذا القانون وتفوق كمدير للمعمل .

حدث بعد زمن قصير من بدء عملى فى وزارة الطاقة أن شرع ليدرمان فى عملية لتعليمى ما يتعلق بفيزياء الطاقة العالية . كان يريد التأكد من أنى أدرك أنها أكثر أهمية من أى مجال آخر فى الفيزياء. وكاد ليون أن

يصل إلى اقناعى بذلك. لكنى فيما تلى كان على ان أستمع إلى كل من يعمل كمدير أو عالم أو مهندس فى بعض معمل آخر فى وزارة الطاقة وكل منهم يعطى السبب فى أن مجالا آخر فى الفيزياء أو الكيمياء أو الرياضيات أو علم الكمبيوتر، الخ.، لهو المجال الذى يبدو واضحا أنه أهم من فيزياء الطاقة العالية. وهكذا استمر بى الحال لست سنوات من العمل كمدير لمكتب أبحاث الطاقة .

كان السبب الذى جعل ليدرمان فى المقدمة من هذه المجموعة هو اشتراكنا الوثيق معا أنا وهو فى المجهود الذى بذلناه للحصول على تمويل للمعجل فائق التوصيل والاصطدام . هناك الكثير من الأصدقاء والزملاء الذين أمدوا بالعون فى تأييد قضية هذا المعجل . إلا أنه حتى مع ذلك، كان ليدرمان يبرز كالفرد الوحيد الذى لديه دائما بعض رأى بارع يقترحه قد يكون فيه ما يزيد من فرصة قبول مشروع ذلك المعجل وتمويله . وكانت معظم اقتراحاته ممتازة. ولم يكن هناك من بينها إلا القليل الذى قد يُشك فى قيمته .

كنت قد طرحت عند نقطة معينة أن احدى المشاكل هى أن نشرح لغير العلميين ما تكونه الجسيمات الأولية(*) ولماذا ينبغى على كل فرد أن يهتم بها. وسألت ليدرمان إن كان هناك أى أفلام فيديو أو وسائل تعليمية تشرح هذا المجال بمصطلحات بسيطة بما يكفى بحيث أننى ربما أستطيع استخدامها فى شرح أقدمه للوزراء أو حتى للرئيس ريجان بما يسبق تقديم أى تقرير يطالب بدعم وتمويل المعجل فائق التوصيل والاصطدام. وأجاب نعم بكل التأكيد ! هناك شريط فيديو من هذا النوع . وكان موضوعه يدور حول قاضى حدث لاغير أنه ضل الطريق فوصل إلى فيرميلاب (وهذا أمر

(*) الجسيمات الأولية جسيمات أساسية فى تكوين ذرة المادة ، مثل الكوارك والبروتون والنيوترون والإلكترون.(المترجم)

محتمل إلى حد كبير) وأخذ يتساءل عما يجرى داخل هذا المبنى المثير للاهتمام الذى يرتفع عاليا فوق البرارى . كان هذا القاضى بعيدا تماما عن الأدوار الرئيسية، وأخذ يلقى بكل الأسئلة المناسبة . وكان فى الشريط ملامح معينة متوازنة اجتماعيا ، وإن كان فيه أيضا شئ ما يبدو وكأنه غير مناسب. وبعد تحقيق صغير مع ليدرمان تكشّف أن ذلك "القاضى" كان إما أحد السباكين أو أحد الممثلين . وجعلنى اهتمامى بالصدق حتى فى الإعلان أقترح أن هذه ربما لا تكون أفضل وسيلة توصيل لإنجاز الغرض المقصود . وتتالت اقتراحات مماثلة مفيدة . وفى النهاية نال مشروع المعجل الموافقة على انشائه(*) . وقد ساعد أفراد كثيرون فى انجاز هذا الهدف؛ وان كان البعض قد ساعد اكثر من غيره . وكان ليدرمان واحدا ممن ساعدوا كثيرا .

يتفرد ليدرمان بإيمانه إيمانا ثابتا بقيمة المعرفة وتفانيه فى الاستيثاق من أن هذه المعرفة ستمرر إلى الجيل التالى . وقدانطلق ، بما يعلو ويتجاوز كل ما يمكن توقعه ، من حيث استخدامه لقدراته للاقناع حتى يجعل الناس يتطوعون لتدريس المقررات ، ويوفرون المبانى ، وما إلى ذلك . كما استغل اختياره كفائز بجائزة نوبل من أجل التوصل إلى أهداف أخرى لها جدارتها تجعل فى إمكان الأفراد الأصغر سنا التوصل لفرص تتيح لهم تعلم العلم والهندسة .

لما كنا قد اتجهنا فى السنوات القليلة الأخيرة فى اتجاهات منفصلة بعض الشئ، فإنه لم تسنح لنا فرص منتظمة لنقارن ملاحظاتنا عن الطريقة التى نزيد بها من أسباب تحسين الفرص للتعليم والتعلم . وإنى لأفتقد ذلك .

بذل ليون ليدرمان ما يجعله أكثر من جدير باكتساب هذه اللحظة من التمتع بالدفء فى ضوء ما يناله من إقرار وإدراك لانجازاته المرموقة.

(*) بعد الموافقة على المشروع أوقف تنفيذه لأسباب مالية . (المترجم)

ختــام :
عقبات فى طريق
تعليم العلم الشامل

ليون م. ليدرمان

يتضمن هذا الكتاب من الحكمة ما يثير الروع ، كما أن الاطراء أمـر غير محبب ، ومهمتى فى "الاستجابة" لذلك فيها عنت . ثمة موضـوع مشترك، وهو أن الفشل يتكرر كثيرا فى نظام تعليمنا ، الأمر الذى تولـد عنه خطاب طنان منمق مثل القول بأننا "قد ارتكبنا وزرا بنزع السلاح التعليمى من جانب واحد" (١٩٨٣) ، أو القول بأنه "بحلول عام ٢٠٠٠ سيكون الطلبـة الأمريكيون هم الأوائل فى الرياضيات والعلم" (١٩٨٩) ، أو الحديث عن "قبل أن يتأخر الأمر بأكثر مما ينبغى" (٢٠٠٠)، أو أن نقول "حتى لا نترك أى طفل متخلفا" (٢٠٠٢) . وهذا الخطاب البلاغى الذى يعدنا بالنتائج هو خطأ لسبب بسيط ، وهو أنه مجرد خطاب بلاغى لم يعقبه قط أى فعل .

بعد أن مرت بى عقود كثيرة محبطة وإن كانت نشطة فى محاولة الارتقاء بتعليم العلم ، أستطيع الآن أن أبدأ بكتابة قائمة للعقبات التى تعوق حل مشكلة خلق نظام تعليمى متفوق فى القرن الحادى والعشرين .

كثيرا ما يُخلط الأمر بين العلم ، والتكنولوجيا ، والاختراع . ويُطرح العلم كنعمة منقذة : جهاز تليفون ، أو محلج قطن (يحول القطن إلى حليجه بقدر أكبر مما يفعله مائة رجل بأيديهم) ، أو محرك بخار . وتُغفل هكذا طبيعة البحث العلمى - أى فن وضع الأسئلة أو فن التماس إجابات عن أسئلة لم تُسأل بعد . ويكاد ألا يحدث أبدا أن يكون من بين أجزاء المنهج الدراسى ما يوضح ما يوجد من أوجه تميز وأوجه اعتماد متبادل بين العلم ،

والتكنولوجيا ، والاختراع – وإن كان هذا مما ينبغى أن يوجد. توفر العناصر الهندسية للطالب جانبا حيويا من المجتمع الحديث . والانتقال من الاختراع إلى التكنولوجيا المؤسسة على العلم ملمح مهم آخر من مما يحدث باستمرار من إعادة تشكيل مجتمعنا .

ينبغى أن يُعرض بحماس جمال الطبيعة المبهر الذى يتكشف لنا كلما تنامى فهمنا . ومن المهم أن نوصل إحساسنا بالروعة ببساطة قوانين الطبيعة وبسر الطريقة التى تبدو بها الرياضيات منغرسة فى هذه القوانين . ويستطيع مدرس العلم أن يجدها هنا أرضا مشتركة مع معلمى الفن ، والموسيقى ، والأدب . ويطرح هذا أنه إذا عُقدت إجتماعات دورية لمدرسين من كل مجالات التعليم فإن هذا قد يكشف عن وجود صلات ارتباط رهيفة وأخرى ليست جد رهيفة . ثمة أدبيات موجودة عن هذه الصلات وينبغى أن نجعلها موضع انتباه مدرسى المرحلة الثانوية .

لا يُنفق فى تعليم العلم لكل الطلبة الوقت الكافى لمسار العملية، ولا لطريقة عمل العلم ، ولا لقصص من تاريخ العلم ، من أجل أن يعرف الطلبة طريقة ما نعرفه ، وطريقة تصحيح الأخطاء ، وأن هناك حاجة للتشكك وللصراحة ، واحترام الفضول كدافع للفهم.

وكثيرا مالا يكون عند الوالدين إلا أدنى اهتمام وأقل وقت لبذل الانتباه لجودة التعليم المدرسى الذى يتلقاه أطفالهم.

ومع وجود الفقر ، والجوع ، والصحة السيئة ، ونقص التغذية الجيدة، والصحة ورعاية الأسنان ، والتدريب – كل هذا يجعل الطفل غير "مستعد لأن يتعلم".

وكثيرا ما نجد أيضا أن أطفال الحضر الذين يعيشون فى أحياء الجيتو فى مدننا الضخمه لاينالون من العائلة الدعم ، والتشجيع، والمساعدة

التى تحفز على بذل الجهد فى التعلم . ويحدث كثيرا جدا أن يكون هناك ضغط من الأنداد يدفع إلى الإتجاه الخطأ.

يمر الطريق من البيت إلى المدرسة خلال أحياء الجيرة . التى قد يكون فيها شوارع وعصابات خطرة ، والطريق نفسه لايوصل إلا لمبانى مدرسة متهالكة .

أما ما يوجد لدينا من تنوع – ذلك الجانب من المجتمع الأمريكى الذى نفخر به أعظم الفخر – فإنه يواجه المدرس فى حجرة الدراسة بمشاكل لطلبة من صنوف واسعة المدى من الثقافات واللغات. بل وحتى عندما يكون كل التلاميذ من قرية جبلية فى مرتفعات جيانا الجديدة ، سيكون على المدرس أن يعى أن كل طالب هو فرد له أوجه قوة شخصية ، وله مفاهيم خطأ شخصية، وله قدرات إدراكية مختلفة ، بحث أن الدرس من نوع الحجم الواحد كالملابس المطاطة "لن" يكون ملائما للجميع .

توجد المدارس وهى منغرسة فى مجتمعات حيث كل عضو فيها يُعد "خبيرا"، فقد أمضى معظمهم وقتا كبيرا لايقل إجمالا عن اثنتى عشرة سنة من حياة كل فرد وهو يكتسب خبرته. والمدارس إذن تعانى من ضغط قوى سياسية واجتماعية وثقافية وعرقية يمارسها المجتمع المحيط بالمدرسة . ويجد المرء فيها مجموعات من الوالدين، ورعاة دورى كرة القدم ، والجماعات المجتمعية (منظمة المم المتحدة ، والعصبة الحضرية، وما إلى ذلك) ، واتحادات المدرسين والزمر السياسية – وكلها لديها وجهات نظر قوية جدا . إلا أنها كلها تتفق على أن المدارس فى حاجة إلى حمايتيها من الفيزيائيين .

تعجز المدارس الفقيرة عن توفير أجهزة الكمبيوتر ، وتكنولوجيا التعليم، بل وتعجز حتى عن توفير بعض من المواد التعليمية الأساسية بكل معنى الكلمة.

ينبغى ان يكون هدف الجوهر من المنهج العلمى أن يستثير الطلبة ، وأن يجعلهم يتشربون طريقة علمية للتفكير لها مصداقيتها وقوتها خارج مجالات العلم.

نادرا ما تطرح المدارس الثانوية تلك الموضوعات المهمة مثل عمليات التقديرات ، والاستدلال الاحصائى ، والاحتمالات ، إلا أن بعض الإدراك لهذه الأفرع من العلوم ستؤدى إلى إيضاح القضايا والمساعدة على إصدار القرار .

ليس هناك وجود لمناهج دراسية للعلم مفعمة بالمعنى ، ومتماسكة ، وتنساب بلا تقطع . ولا تبذل الكليات إلا انتباها قليلا لإعداد المدرسة الثانوية، والمدارس الثانوية لا تحنى الرأس لتطل على المدارس الإعدادية ، ولا تبذل المدارس الاعدادية أى انتباه للمدارس الإبتدائية . ومازال يجرى فى ٩٩ فى المائة من المدارس الثانوية بالولايات المتحدة أن يتم ادخال العلم من خلال بيولوجيا الصف التاسع ، وهذا الإجراء نوع من عقبة تنتمى للقرن التاسع عشر وتقف فى طريق تقدم تعلم العلم.

هناك عقبة خطيرة تعوق أن يتاح للمدرسين المدرَّبين جيدا والمجهزين جيدا أن يُعملوا تأثيرهم السحرى فى حجراتهم الدراسية ، هذه العقبة هى تلك "القنبلة الجديدة" نسبيا التى تسمى "اختبارات المراحل المصيرية" . وصل تطلب المساءلة إلى أن يتضخم الأمر تضخما سريعا بنسبة غير معقولة ، كثيرا ما تؤدى الى أن يجابَه المدرس ، والناظر ، والإدارى بصراع بين الارتقاء المهنى وبين تعليم طلبتهم. يُعد التقييم عنصرا

حاسما فى التعليم ، ولكنه ينبغى ان يكون منغرسا على النحو الصحيح فى العملية التعليمية كأداة للمدرس ولرجال الإدارة التعليمية . وبالنسبة للوضع الحالى، الذى زاد لسوء الحظ تفاقمه بحركة المعايير ، فإنه يجب أن يحل محله تكنيكات أرق وألطف وأكثر بنائية .

وبدلا من وجود أدبيات خاصة لتعليم العلم لها تأثيرها الفعال، فإنه لايوجد من جانب المدرسين والوالدين والإداريين أى اعتقاد شامل بأن تعليم العلم والرياضيات مهم للطلبة الذين لن يتخذوا مهنا علمية . ويواصل المدرسون ، ومستشارو التوجيه ، والوالدون ترويج الأسطورة القائلة بأن النساء هن وبعض جماعات الأقليات لايستطيعون 'أداء' الرياضة والعلم .

ويفتقد عدد بالغ الكثرة من الطلبة أى دافع لدراسة الرياضيات، والعلم، والتاريخ الأوروبى ، أو حتى الدافع للبقاء فى المدرسة بعد الصف العاشر . ونجد أن تنقل الطلبة وإعادة تنظيم المدرسين كثيرا جدا ما يتكرران ويعطلان الأمور.

العمل فى مهنة "المدرس" ليس مما يجذب أفضل وأذكى الطلبة لأن هذه المهنة كما يبدو لا تقدَّر تقديرا رفيعا فى مجتمعنا ، ولأن ما يوجد من وفرة مفرطة فى اللوائح ومن عقلية نمط "الحجم الواحد المطاط الملائم لكل حجم" يؤديان إلى خنق أى إبداع عند الأفراد الأكثر ذكاء منهم . وثمة مرض متوطن من نقص مدرسى العلم والرياضة. وينال المدرسون تدريبا هزيلا فى محتوى المادة ، بل وكذلك أيضا فى طريقة تعليم الطلبة . يجب الارتفاع بالوضع الاقتصادى والاجتماعى للمدرسين ارتفاعا شديدا . وأخيرا فإن ما يوجد من احتياجات إدارية تشغل عن الا نتباه للتدريس يؤدى إلى حدوث تسرب بمعدل ينذر بالخطر . واذا أخذنا كل الأمور معا ، سنجد أن هناك مشاكل فى الانضمام للمهنة ، والتدريب ، وفى الإبقاء على المدرسين الجيدين.

الإرتقاء بالمهنة فى مدارس الولايات المتحدة إما غير موجود أو غير كافي. لايتاح للمدرسين الوقت الجدى الكافى للإعداد ، أو للعمل مع المدرسين الأخرين ، أو للحصول على فرص من الإشراف.

وحيث أننا نتناول هنا موضوع التعليم العام للعلم ، فينبغى ألا نتجاهل الكليات والجامعات . كان هناك تقليد قديم فى كليات الفنون العقلية هو اشتراط الحصول على مقرر دراسى فى العلم لمدة سنة ، وكان هذا عادة من نوع مقرر "الصخور لمفتولى العضلات" - وهو مقرر الجيولوجيا (١٠١) المشهور . وهناك جامعات كثيرة لا تشترط الحصول على مقرر علمى جاد ؛ وليس غير قلة منها تصل فى هذا الشرط إلى مستوى ما فى جامعة شيكاغو. فيُشترط فيها الحصول على مقرر من سنتين من العلم مع المعمل اللازم . وللمرء أن يعتقد أن هذا هو الحد الأدنى المطلوب للمتعلم الذى يتخرج من كلية فى القرن الحادى والعشرين . وينبغى ونحن نتحدث عن الجامعات أن نفكر فى أمر المدارس المهنية . فلنفكر فى القضايا التى لها علاقة بالعلم التى تظهر فى القانون : كقضايا مصداقية بصمات الأصابع ، ودنا ، وأجهزة الكشف عن الكذب ؛ وقضايا الاختبارات الوراثية وخصوصية المعلومات فيها. كثيرا ما تتولد قوانين جديدة نتيجة التكنولوجيا الجديدة ، مثل ما يختص بقرصنة الكمبيوتر . كيف يتأتى لمدارس القانون "ألا" تضيف شرطا علميا للدراسة فيها ؟ ونستطيع أن ندلى بحجج مماثلة عن مدارس الصحافة والأعمال المالية وأكاديميات الشرطة . نحن نعيش فى عالم حيث تؤدى التكنولوجيا إلى تغيير السلوك فى كل الاتجاهات . وإذا لم يكن المواطن العادى قادرا على استيعاب القضايا الأساسية التى تتناول بالضبط الطريقة التى تؤدى بها التكنولوجيا إلى إدخال أفكار جديدة ، وقيود جديدة ، وفرص جديدة ، كيف سيتمكن هذا الفرد من أن يصنع قرارات متنورة بالمعلومات بصفته مواطنا، وعضوا فى المجتمع ، وأحد المستهلكين ؟

قد أوردنا حتى الآن قائمة للعقبات التى توجد فى التنظيم ، والإدارة ، والمناهج الدارسية للمدارس والكليات . على أن "المعرفة" بشئون العالم تتدفق أيضا من التليفزيون والفيديو والسينما والصحف والمجلات والكتب (مثل كتابنا هذا) - التى تُضم جماعيا تحت عنوان "وسائل الإعلام" . وفى رأى أن إحدى العقبات الرئيسية فى إنجاز تعلم العلم هى الفشل العام لوسائل الإعلام فى أن توصل مدى جدارة الأنباء العلمية ، وقيمة الأحداث العلمية وما فيها من إثارة وأهمية. ويمكننا على وجه صحيح أن نجمع تحت عنوان "مضادات العلم" ما يحدث فى هذه الوسائل من توصيف ماهو لغو علمى بأنه أخبار، وما فيها من تمثيليات تكرّس للأطباق الطائرة ، ومن الاثارة الصحفية حول مزاعم عن أمور خارقة كلها مما يتعذر تحقيقه علميا . ونحن ندرك أننا عندما نقدر فشل ورسوب وسائل الاعلام بدرجة من " ضعيف جدا" فإن هذا لا يشمل بعض استثنائات قيّمة ، ولكنها استثناءات تغرق فى فيض من الإهمال أو مما هو اسوأ من الإهمال - كما يتمثل ذلك فى شبكات التليفزيون.

أعظم كل العقبات ، والتى يخشى الجميع حتى الفيزيائيين المدى الذى ترتفع إليه وتتعمق به ، هى عقبة مقاومة التغير . ولا أستطيع إلا أن أهز كتفى عندما أسمع التساؤل عما إذا كان هذا الحال موجودا بأسوأ بين المعلمين ورجال إدارة التعليم ، وكل أخواتهم وأبناء عمومتهم وعماتهم . من الواضح أن العلماء يرحبون بالتغيير : تغيير المعتقدات ، وتغيير الأدوات ، وتغيير ما يفعله المرء وطريقة فعله . ولكن ماذا عن المحامين (الذين يوجهون البصر وراء لأدلة من أحداث سابقة) ، وماذا عن السياسيين ، والشرطة ، والشعراء؟ ووجه المفارقة هنا أن المدارس يجب أن تعد خريجى الحادى والعشرين للتغيير ، الذى تدفع إليه التكنولوجيا المؤسسة على العلم.

كانت نيتى عند بدء هذا الفصل أن أضع قائمة بكل العقبات التى تقف فى سبيل تشكيل مدارس أفضل - مدارس ملائمة للقرن الحادى

والعشرين - ثم أضع خطوطا عريضة لخطة شيطانية بارعة للتغلب على كل هذه العقبات . إلا أن تشكيل القائمة كان أمرا يكاد يماثل فى صعوبته إجراء مكالمة تليفونية لبلد بعيد أو صعوبة إطفاء الشموع الموقدة فوق كعكة ميلادى الكبيرة ، وهكذا انتهى بى الأمر إلى استنفاد كل قواى .

وباتباع مثل بيير دى فيرمات الرياضى الشهير فى القرن السابع عشر، فإنى أومن بالفعل بأن هناك حلولا لكل المشاكل التى وردت فى القائمة؛ والحقيقة أنى بالإسترشاد بمن ساهموا فى هذا الكتاب من زملائى الموقرين ، أجد أن كل هذه الحلول فى متناول يدى ، إلا أنه لا يوجد فى هوامش هذا الكتاب متسعا كافيا لطرحها فيه !

المساهمون

بروس البرتس : رئيس الأكاديمية القومية للعلوم ومدير المجلس القومى للبحوث ، والذراع التنفيذى الرئيسى للأكاديميات القومية للعلم والهندسة . وهو واحد من المؤلفين الرئيسيين لكتاب "البيولوجيا الجزيئية للخلية" الذى وصلت طبعاته الآن للطبعة الرابعة ، ويعد الكتاب الدراسى القائد الذى يتقدم الكتب الدراسية فى هذا المجال ويستخدم على نطاق واسع فى كليات وجامعات الولايات المتحدة . والبرتس ملتزم بالإرتقاء بتعليم العلم وساعد فى تكوين برنامج " مدينة العلم " وهذا برنامج للإرتقاء بتدريس العلم فى المدارس الابتدائية فى سان فرانسيسكو.

مارجورى ج. باردين: مديرة المكتب التعليمى للمعمل القومى لمعجل فيرمى. وقد عملت فى مجلس أمناء كلية دوباج ورأسته بين ١٩٩٠ و ١٩٩٢. وعملت فى مجلس التعليم لمنطقة التعليم الثانوى فى بلدية جلينبارد #٨٧ بين ١٩٧٩ و ١٩٨٥ ورأسته من ١٩٨٠ حتى ١٩٨٥ . وقد تلقت فى ١٩٨٤ جائزة مجلس التعليم فى ولاية إلينوى 'للمتفوقين" ونالت فى ١٩٨٩ لقب "السيدة القائدة المرموقة فى التعليم" الذى منحته لها جمعية الشابات المسيحيات للضواحى. وتلقت فى ١٩٩٠ جائزة ماكس بيبرمان للخريجين المتميزين التى منحتها المدرسة الثانوية للجامعة فى أوريانا بولاية إلينوى. حصلت باردين على بكالوريوس فى الرياضيات فى ١٩٦٣ من جامعة مينيسوتا وعلى شهاد تعليمية فى الرياضيات فى ١٩٨٤ من كلية إيلمهيرست فى إيلمهيرست بولاية إلينوى.

روجر بايبى : وصل فى ١٩٩٩ إلى منصب المدير التنفيذى لدراسات منهج العلوم البيولوجية بعد أن عمل لأربع سنوات كمدير تنفيذى لمركز تعليم العلم والرياضيات والهندسة بالمركز القومى للبحوث فى واشنطن العاصمة . وأثناء عمله فى الفترة من ١٩٨٥ إلى ١٩٩٥ كمدير مساعد لدراسات منهج

العلوم البيولوجية ، ساهم بايبى فى إنشاء المعايير القومية لدراسة العلم . وكان بايبى الباحث الرئيسى فى دراسات منهج العلوم البيولوجية فيما يتعلق بأربعة برامج للمؤسسة القومية للعلم وهى: برنامج للمدارس الابتدائية عنوانه "العلم من أجل الحياة ومن أجل أن نحيا: تكامل العلم والتكنولوجيا والصحة"؛ وبرنامج للمدارس الإعدادية عنوانه "العلم والتكنولوجيا للمدرسة الاعدادية " ؛ وبرنامج بيولوجيا للمدرسة الثانوية عنوانه "بيولوجيا دراسات منهج العلوم البيولوجية : طريقة تناول انسانية " ، وبرنامج للكليات عنوانه " منظورات بيولوجية " . كتب بايبى على نطاق واسع . وهو مؤلف مشارك فى كتاب دراسى مرموق عنوانه "تدريس العلم للمدارس الثانوية : استراتيجيات الارتقاء بالتعلم العلمى" . وأحدث كتاب له هو 'التوصل لتعلم العلم : من الأهداف حتى التطبيقات'. وقد نال فى ١٩٩٨ جائزة "الخدمات المتميزة لتعليم العلم" التى تمنحها الجمعية القومية لمدرسى العلم .

جورج شارباك : عضو الأكاديمية الفرنسية للعلوم وعضو الأكاديمية القومية للبحوث فى الولايات المتحدة . وقد عمل لزمن طويل فى المركز الأوروبى لفيزياء الجسيمات فى جنيف . وتلقى فى ١٩٩٢ جائزة نوبل فى الفيزياء لاختراعه لكشافات الكترونية للجسيمات المؤينة ، وهى تستخدم استخداما واسعا فى الفيزياء ، والصناعة ، والبيولوجيا. وهو ملتزم منذ زمن طويل بالعمل على الارتقاء بتعلم العلم .

هوارد جاردنر : أستاذ كرسى جون هـ. وإليزابيث أ. هوبز للإدراك والتعليم فى مدرسة الخريجين للتعليم بهارفارد . وهو يشغل أيضا مناصب أخرى ، كأستاذ منتدب لعلم النفس فى جامعة هارفارد ، وأستاذ منتدب لعلم الأعصاب فى مدرسة الطب بجامعة بوسطن ، ورئيس للجنة مشروع هارفارد لتوجيه المسار للصفر . ومن بين ما ناله جاردنر من أوجه تكريم عديدة حصوله على جائزة زمالة ماك أرثر فى ١٩٨١ . وفى ١٩٩٠ كان

أول أمريكي يتلقى جائزة جرومير للتعليم من جامعة لويزفيل. وقد حصل على عشرين درجة شرفية - بما في ذلك درجات من جامعة برنستون ، وجامعة ماك جيل ، والجامعة القومية بأيرلندا ، وجامعة تل أبيب بمناسبة العيد الخمسين لدولة اسرائيل . ومنحته المؤسسة التذكارية لجون س . جوجنهايم الزمالة لعام ٢٠٠٠ .

ريتشارد جاروين : يشغل منصب كبير زملاء فيليب د. ريد للعلم والتكنولوجيا وذلك في مجلس العلاقات الخارجية ، بنيويورك . وقد حصل على درجته في دكتوراه الفلسفة في الفيزياء من جامعة شيكاغو وعمل في فيزياء الجسيمات ، وفي الهيليوم السائل والجامد ، والموصّلات الفائقة ، كما توسع في العمل في التكنولوجيا . وهو زميل غير متفرغ في قسم الأبحاث بشركة آي بي إم (IBM) ، كما يعمل أيضا كأستاذ منتدب للفيزياء في جامعة كولومبيا . وقد قضى ما يقرب من نصف وقته للعمل من أجل حكومة الولايات المتحدة في التكنولوجيا والأمن ، وفي مجالات اتسع مداها ابتداء من تكنولوجيا الأسلحة النووية ووصولا إلى التحكم في الأسلحة ، والاستطلاع بالأقمار الصناعية ومنظومة الموضع الكوكبي . وتلقى في ١٩٩٦ جائزة ر.ف. جونز للتخابر العلمي وقد منحتها له جمعية الولايات المتحدة للمخابرات الأجنبية ، وتلقى من وزارة الطاقة هي والرئيس جائزة إنريكو فيرمي لأبحاثه على الأسلحة النووية والتحكم فيها . وهو عضو في الأكاديمية القومية للعلوم ، والأكاديمية القومية للهندسة ، والمعهد الطبي .

مارجريت جوان جيلر : عالمة فيزياء فلكية ترسم خريطة الكون . وقد أوضحت دراساتها أن المجرات مثل مجرتنا نحن درب التبانة تتبع أنماط ضخمه ، هي أكبر ما نعرف في الطبيعة . ونحن كلما نظرنا لأعمق في الكون ، ننظر لأكثر وراء الزمان. سرعان ما خططت جيلر وزملاؤها لرسم خريطة الكون كما كانت في العصر الوسيط. وهي تأمل أن تعرف كيف

تطورت الأنماط فى الكون القريب . وقد انتجت جيلر فيلمان حول أبحاثها فازا بجوائز وهما : " مكان وجود المجرات " و "مجرات كثيرة جدا ... وزمن قليل جدا" . وجيلر تشغل منصب كبير علماء فى المرصد السميثسونى للفيزياء الفلكية . وهى عضو فى الأكاديمية القومية للعلوم والأكاديمية الأمريكية للفنون والعلوم . وقد تلقت العديد من أوجه التكريم ، بما فى ذلك زمالة ماك أرثر (١٩٩٠ - ١٩٩٥) .

ستيفن جاى جولد (١٩٤١ - ٢٠٠٢) : شغل منصب أستاذ كرسى الكسندر أجاسيز لعلم الحيوان ، وأستاذ الجيولوجيا بجامعة هارفارد ، وأمين قسم باليونتولوجيا اللافقريات فى متحف هارفارد لعلم الحيون المقارن . وقد تلقى زمالة مؤسسة ماك أرثر، وعمل رئيسا للجمعية الأمريكية لتقدم العلم ، وكان عضوا فى الأكاديمية القومية للعلوم . وهو كواحد من أكثر المؤلفين شعبية وشهرة فى عصرنا ، قد جعل البيولوجيا التطورية سهلة الوصول إلى الجمهور العام .

إلنورا هاركومب : مساعد مدير مركز التعليم فى جامعة رايس والمديرة لمشروع "نموذج معمل العلم" . وقد حازت على دكتوراه الفلسفة فى الفيزيولويجا العصبية من جامعة ييل وأجرت أبحاثا على الشبكات العصبية الصغيرة . وتركز أبحاثها الحالية على الطرائق التى يفكر ويتعلم بها الناس وعلى الاوضاع التعليمية التى ترعى التفكير والتعلم فى العلم . وقد درّست هاركومب العلم والتعليم على كل المستويات - فى الابتدائى والثانوى والجامعة . وعملت مديرة "لنموذج معمل العلم" منذ بدايته فى ١٩٨٩. وقد تلقى هذا المشروع لمرتين جائزة 'القدوة فى المشاركة' التى يقدمها اتحاد تكساس لتعليم العلم والتكنولوجيا والرياضيات .

دودلى هيرشباخ : تابع البحث العلمى والتدريس قرابة الخمسين عاما ، وذلك أساسا فـى جامعـة هارفـارد ، حيث نـال درجتـه لدكتوراه الفلسفة فـى الفيزياء الكيميائية فى ١٩٥٨ . وهو حاليا أستاذ العلم لكرسى فرانك ب. بيرد جونيور بجامعة هارفارد. وقد نالت أبحاثه عن الديناميات الجزيئية للتفاعلات الكيميائية جائزة نوبل فى ١٩٨٦ . وقد درّس موضوعات كثيرة فى مقررات دراسية لطلبة الجامعة وكذلك أيضا للدراسات العليا ، بما فى ذلك الكيمياء العامة للطلبة الجدد وهى الأكثر تحديا فيما خصص له من مهام طيلة العقدين الماضيين . وهو يشارك أيضا فى جهود عديدة للإرتقاء بتعلم العلم فى مرحلة الحضانة - الصف ١٦ وفهم الجماهير للعلم.

ماى جميسون : مؤسسة شركة "بيوسنتينت" (الحس البيولوجى) ، وهى شركة ناشئة للتكنولوجيا الطبية ؛ كما تعمل أستاذا جامعيا ؛ وهى مؤسسة "الأرض التى نشترك فيها" ، وهذا مشروع لمعسكر علمى دولى للطلبة فى سن ١٢ إلى ١٦ ، وهى أول امرأة متميزة فى العالم تقوم برحلات فضاء ، وقد عملت لست سنوات كرائدة فضاء فى ناسا . كما عملت 'مديرة للخدمات الطبية للمنطقة' فى سيراليون وليبيريا بين ١٩٨٣ و ١٩٨٥ . والمواد الرئيسية فى رداستها الجامعية هى الهندسة الكيميائية ودراسات أفريقية ودراسات للأمريكيين الأفريقيين ، وهذه المواد قد نورتها بالمعلومات فى التزامها المستمر للآن بالأهمية الحاسمة لتعلم العلم على نحو شامل. وجميسون عضو فى المعهد الطبى وإحدى المشاركات فى "الرواق النسائى القومى للشهيرات" وفى "رواق الجمعية الطبية القومية للمشاهير" ، وحائزة على جائزة كيلبى للعلم ، وانتخبت فى ١٩٩٩ كواحدة من سبع نساء قياديات فى القمة فى اقتراع رئاسى لاستطلاع قومى غير رسمى للآراء ، وهى فى كتابها "العثور على اتجاه الريح" ، تناقش كيف نشأت فى الجهة الجنوبية من شيكاغو وهى تهدف لأن تكون عالمة . وقد ظهرت فى بعض أحداث

"ستارتريك (رحلة النجوم): الجيل التالي" ، وتعيش في هوستون وتهوى القطط .

جورج أ. "جاى" كيويرث II : رئيس مجلس المديرين وكبير للزملاء فى مؤسسة التقدم والحرية . عمل من ١٩٨١ إلى ١٩٨٥ كمستشار علمى للرئيس ريجان، وفى الوقت نفسه مديرا لمكتب البيت الأبيض لسياسة العلم والتكنولوجيا . وعمل قبل ذلك مديرا لقسم الفيزياء فى المعمل القومى بلاس ألموس . وهو زميل فى كل من الجمعية الأمريكية للفيزياء والجمعية الأمريكية لتقدم العلم . ويعمل فى مجلس المديرين بشركة هيوليت باكار وجنرال أتوميكس ، ويعمل كذلك فى العديد من الشركات الناشئة للتكنولوجية الرفيعة .

إدوارد و. "روكى" كولب : رئيس مجموعة ناسا/فيرميلاب للفيزياء الفلكية فى المعمل القومى لمعجل فيرميلاب . وهو أيضا أستاذ للفلك والفيزياء الفلكية فى جامعة شيكاغو. وكولب مؤلف مشارك فى كتاب 'الكون المبكر' (مع مايكل تيرنر) ، وهو الكتاب المدرسى المعترف بمكانته عن فيزياء الجسيمات وعلم الكون . وله كتاب للجمهور العام إسمه 'راصدى السماء العميان' (الفائز بجائزة إيمى ١٩٩٦ من الجمعية الأمريكية للعلوم) ، وهو قصة عن الناس والأفكار التى شكلت نظرتنا للكون. ويعمل كولب محاضرا زائرا فى هارلو شيبلى ومحاضرا للقرن فى الجمعية الأمريكية الفلكية . وقد انتخب بواسطة الجمعية الأمريكية للفيزياء والمؤتمر الدولى لفيزياء الطاقة العالية ليقدم محاضرات عامة تتواكب مع اللقاءات الدولية عن الفيزياء .

لورانس م. كراوس : أستاذ الفيزياء لكرسى أمبروز سواسى ، وأستاذ الفلك، ورئيس قسم الفيزياء فى جامعة "كيس ويسترن ريزيرف" . وهو عالم فيزياء نظرية معروف دوليا وله اهتمامات بحثية واسعة النطاق ، بما فى ذلك

الوجه المشترك بين فيزياء الجسيمات الأولية والكونيات ، حيث تتضمن دراساته الكون المبكر ؛ وطبيعة المادة المظلمة(*) ، والنسبية العامة ، والفيزياء الفلكية لجسيمات النيوترينو. وقد نال درجته فى دكتوراه الفلسفة فى الفيزياء من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا فى ١٩٨٢ ، ثم انضم إلى جمعية زملاء هارفارد . وهو زميل بالجمعية الأمريكية للفيزياء والجمعية الأمريكية لتقدم العلم . وقد ألف كراوس ما يزيد عن ١٨٠ إصدارا علميا وستة كتب جماهيرية ، بما فى ذلك كتاب "فيزياء ستار تريك" وهو فى قائمة أكثر المبيعات قوميا.

نيل لين : أستاذ جامعى لكرسى إدوارد أ. وهيرمينا هانكوك كيلى بجامعة رايس، ويشغل مناصب كبير زملاء بمعهد جيمس أ. بيكر III للسياسة العامة، حيث يشارك فى شئون سياسة العلم والتكنولوجيا ، ويعمل فى قسم الفيزياء والفلك . وقبل عودته إلى جامعة رايس فى يناير ٢٠٠١ ، عمل لين فى إدارة كلينتون مساعدا للرئيس لشئون العلم والتكنولوجيا ومديرا لمكتب البيت الأبيض لسياسة العلم والتكنولوجيا من أغسطس ١٩٩٨ حتى يناير ٢٠٠١ ، وكذلك كمدير للمؤسسة القومية للعلم . وقد تلقى لين الكثير من الجوائز والدرجات الشرفية وهو زميل فى الأكاديمية الأمريكية للفنون والعلوم وعضو فى عدد من الجمعيات المهنية .

نورمان ج. ليدرمان : يعمل حاليا أستاذا ورئيسا لتعليم الرياضيات والعلم فى معهد إلينوى للتكنولوجيا وهو الرئيس السابق للجمعية القومية لأبحاث تدريس العلم. وهو مشهور أساسا بأبحاثه ودراساته عن الارتقاء

(*) المادة المظلمة : معظم كتلة الكون تتألف من مادة لانراها وإن كنا ندرك تأثيرها ، خاصة فى الجاذبية، وربما تتكون هذه المادة المظلمة من جسيمات النيوترينو أو من غيرها.(المترجم)

بمفاهيم الطلبة والمدرسين عن طبيعة العلم . وقد درس أيضـا مـا يكـون لـدى المدرسين، قبـل توظفهم وأثنـاء عملهم ، مـن بنـى معرفيـة لمـادة الموضـوع والبيداجوجيا ، والمحتوى المعرفى البيداجوجى ، وكذلك اهتمامات ومعتقـدات المدرسين . وقد ألف ليدرمان أو حرر خمسة كتب وعشرة فصول فى كتـب، ونشر ما يزيد على مائة مقال . وهو يؤلف حاليا كتابـا عـن منـاهج التدريـس الابتدائى للعلم .

شيرلى مالكوم : رئيسة مديرية برامج التعليم والموارد البشرية بالجمعيـة الامريكية لتقدم العلم . وتتضمن المديريـة برامـج هـذه الجمعيـة فـى التعليـم ، وأنشـطة مـن أجـل الجماعـات التـى يُبخـس تمثيلهـا ، كمـا تتضمـن الفهـم الجماهيرى للعلم والتكنولوجيا. عملت مالكوم رئيسة لمكتب "الفرص العلميـة" بالجمعية الأمريكية لتقدم العلم مـن ١٩٧٩ حتـى ١٩٨٩ . وكـانت قـد عملـت بين ١٩٧٧ و ١٩٧٩ مديرة للبرامج فى مديرية تعليم العلم بالمؤسسة القوميـة للعلم. وشغلت قبلها وظيفة أستاذ مسـاعد للبيولوجيـا بجامعـة نـورث كارولينـا بويلمنجتون ، كما عملت ايضا مدرسة فى المدارس الثانوية .

ستيفانى بيس مارشال: الرئيسة المؤسسـة لأكاديميـة إلينـوى للرياضيـات والعلم فى أورورا ، بولاية إلينوى . وعملت قبل ذلك مشرفة علـى المـدارس فى باتافيا، بولاية إلينوى ، وعضوة بالكلية الجامعية بجامعة لويولا. أصبحـت مارشـال فـى ١٩٩٢ رئيسـة للجمعيـة الدوليـة للإشـراف والإرتقـاء بـالمنهج الدراسى ، وهى أكبر منظمة تعليمية قيادية فى العالم . وقامت بدور مفيد فـى إنشاء الاتحاد المالى القومـى للمـدارس الثانويـة المتخصصـة فـى الرياضيـات والعلم والتكنولوجيا ، وعملت كرئيسة تأسيسية له لمـدة عـامين . وهـى تعمـل أيضا كمستشارة خاصة ، ومتحدثة رئيسية ، وكاتبة فى قضايـا هامـة لتحويـل مسار التعليم .

والتر إ. ماسى : الرئيس التاسع لكلية مورهاوس ، أكبر معهد قومى للتعليم العالى للرجال . وقد شغل العديد من المناصب الإدارية والأكاديمية ، بما فى ذلك كبير الإداريين وكبير نواب الرئيس للشئون الأكاديمية بجامعة كاليفورنيا، ومدير المؤسسة القومية للعلم (معينا من الرئيس السابق جورج هـ. و. بوش)، ونائب الرئيس لشئون الأبحاث فى جامعة شيكاغو ، ومدير المعمل القومى لأرجون ، وعميد للكلية وأستاذ بالكامل للفيزياء فى جامعة براون ، وأستاذ مساعد للفيزياء بجامعة إلينوى . ولماسى نشاطه فى العديد من المنظمات ، فقد عمل كرئيس لجنة ورئيس للجمعية الأمريكية لتقدم العلم، ونائب رئيس للجمعية الأمريكية للفيزياء ، والسكرتير السابق للمجلس الاستشارى للطاقة ، وعضو فى المجلس القومى للعلم . وقد عينه مؤخرا الرئيس جورج دابليو بوش ليعمل فى مجلس مستشارى الرئيس للعلم والتكنولوجيا.

لوردس مونتيجودو: عملت مديرة تنفيذية لأكاديمية المدرسين للرياضيات والعلم منذ ١٩٩٣ . وقبل الانضمام إلى الأكاديمية ، وبعد أن قضت سنة سبتية بطولها فى أبحاث بمشروعات خاصة عن التعليم فى مؤسسة جون د. وكاترين ت. ماك أرثر ، عملت كالنائب الأول لعمدة شيكاغو لشئون التعليم وذلك تحت رئاسة العمدة ريتشارد م. دالى. وقد شغلت مونتيجودو من ١٩٨٤ حتى ١٩٨٩ منصب ناظرة مدرسة ألبرت سابين، التى أصبحت نموذجا لإعادة تشكيل ممارسات التعليم واستطاعت ان توثّق الأدلة على ما حدث من مكاسب فى انجازات الطلبة للإيفاء بمعايير الولاية ، مع أنها كانت تخدم مجتمعا فقيرا وله تاريخيا إنجاز متدنى . وقبل نظارتها ، عملت مونتيجودو مدرسة بالمرحلة الإبتدائية فى مدارس شيكاغو العامة .

جوديث رامالى : مساعدة المدير بمديرية التعليم والموارد البشرية بالمؤسسة القومية للعلم . وكانت قبل انضمامها للمؤسسة رئيسة جامعة

فيرمونت . وقبل وصولها لجامعة فيرمونت ، كانت رئيسة وأستاذة قسم البيولوجيا فى جامعة الولاية ببورتلاند، فى بورتلاند ، بولاية أوريجون . ورامالى لها اهتمام خاص باصلاح التعليم العالى ولعبت دورا له اهميته فى تخطيط اتحادات للمناطق للنهوض بالتعاون فى التعليم، بما فى ذلك المشاركة الجديدة للتعليم العام بفيرمونت التى ضمت معا مرحلة الحضانة- الصف ١٢ ، وكليات ولاية فيرمونت ، وجامعة فيرمونت فى اتحاد للنهوض بالمشاركات فى مرحلة الحضانة - الصف ١٢. وقد أسهمت فى دراسة لاستكشاف قومى لتغير طبيعة العمل وقوة العمل ودور التعليم العالى فى برنامج "من المدرسة حتى العمل" . وهى أيضا تلعب دورا قوميا فى استكشاف المسئولية المدنية ودور التعليم العالى فى الارتقاء بالمواطنة الجيدة.

ملفين شوارتز : أستاذ غير متفرغ بجامعة كولومبيا التى تلقى منها درجة التخرج وكذلك أيضا درجات الدراسات العليا . وقد أمضى فيها سبعة عشر عاما حتى انتقل إلى جامعة ستانفورد . وقد عمل كبيرا للموظفين التنفيذيين بشركة 'المسارات الرقمية'، وهى شركة متخصصة فى تأمين إدارة اتصالات البيانات ، وعمل مديرا مساعدا بقسم فيزياء الطاقة النووية والطاقة العالية فى معمل بروكهافن القومى . ونال فى ١٩٨٨ جائزة نوبل بالاشتراك مع ليون ليدرمان وجاك شتاينبيرجر عن اكتشاف ميون النيوترينو.

شيلا توبياس : أنجزت ما هو فن وعلم بصفة وضعها فى الخارج من المنهج الدراسى. ولما كانت قد درست التاريخ والأدب والسياسة ، فقد تابعت بحث مسألة : ما هو السبب فى أن طلبة الجامعة على الرغم مما لديهم من قدرة وطموح إلا أنهم لا يختارون كما ينبغى دراسة الرياضة والعلم ؟ وأدى بحثها إلى انتاج ستة كتب عن تعليم الرياضيات/العلم فى الكليات ، كما أدى إلى خمسة كتب أخرى . وقد تعلمت فى هارفارد/رادكليف ، ونالت درجات متقدمة فى جامعة كولومبيا وحصلت على ثمان درجات دكتوراه شرفية .

وهى زميلة فى الجمعية الأمريكية لتقدم العلم ، وتلقت فى ٢٠٠١ جائزة الأبحاث التعليمية من مجلس رؤساء الجمعية العلمية . وكانت فى ثمانينيات القرن العشرين عضوا فى لجنة "النساء والفيزياء" بالجمعية الأمريكية للفيزياء، وعضوا فى وفد 'النساء فى الفيزياء' الذى أوفدته الجمعية الأمريكية للفيزياء إلى الاتحاد الدولى للعلوم الخالصة والتطبيقية فى مارس ٢٠٠٢.

ألفين تولستروب : تخرج من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا فى ١٩٥٠ وساعد فى بناء سنكروتورن(*) بقوة ١,٢ جى فى(*) ، الذى استُخدم لدراسة الانتاج الضوئى للميزونات. وقد عمل كزميل من المؤسسة القومية للعلم مبكرا فى المركز الاوروبى للأبحاث النووية فى ١٩٥٨ . وترك منصب الأستاذية فى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا فى ١٩٧٧ وانضم إلى فيرميلاب حيث رأس مشروع انشاء المغنطيس الفائق التوصل لتيفاترون . وهو أحد قواد المجموعة التى أنشأت كشاف سى. دى. إف الذى اكتشف كوارك القمة فى ١٩٩٥ . ونال جائزة ويلسون وتلقى الميدالية القومية للتكنولوجيا فى ١٩٨٩ . ومنحه معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا جائزة الخريجين المتميزين فى ١٩٩٢ ، وانتخب فى الأكاديمية القومية للعلوم فى ١٩٩٦ .

جيمس تريفل : أستاذ كرسى كلارنس ج. روبنسون للفيزياء فى جامعة جورج ماسون. وهو قائد مرموق فى مجال تعلم العلم ، وشارك فى تأليف "قاموس تعلم العلم" وفى تأليف كتاب دراسى واسع الاستخدام عنوانه "العلوم : طريقة تناول تكاملية" . وهو زميل فى الجمعية الأمريكية للفيزياء والمنتدى الاقتصادى العالمى. وقد ألف ما يزيد عن خمسة وعشرين كتابا عن العلم

(*) السنكروترون نوع من معجل السيكلوترون يتزايد فيه المجال المغناطيسى ويتعدل المجال الكهربائى بحيث تحتفظ الجسيمات المعدلة بمداراتها المستديرة فيه . (المترجم)

(*) جى فى هى اختصار جيجا الكترون فولت ، وجيجا تساوى مليار . (المترجم)

موجهة للجمهور العام كما ألف العديد من المقالات للمجلات ، ويعمل فى المجالس الإستشارية لعدد من منظمات الطباعة والإذاعة.

ألفين تريفلبيس : عمل مديرا للمعمل القومى فى أوك ريدج من ١٩٨٩ حتى ٢٠٠٠. وعمل قبلها مديرا تنفيذيا للجمعية الأمريكية لتقدم العلم . وكان قد انتقل إلى هذه الجمعية من وزارة الطاقة للولايات المتحدة حيث كان يعمل مديرا لمكتب أبحاث الطاقة . وقد كان تريفلبيس نائب رئيس مشارك فى شركة "ساينس أبليكشنز" (التطبيقات العلمية) ؛ ونائب الرئيس للهندسة والأبحاث فى معامل ماكسويل؛ وأستاذ الفيزياء فى جامعة ماريلاند ؛ وأستاذا بجامعة كاليفورنيا بيركلى ، فى قسم الهندسة الكهربائية . وأثناء إجازة من جامعة ماريلاند عمل فى لجنة الطاقة الذرية للولايات المتحدة مديرا مساعدا للأبحاث فى قسم أبحاث الطاقة النووية – الحرارية المحكومة.

مايكل س. تيرنر : أستاذ كرسى بروس ف. ودانا م. رونر "للخدمة الممتازة" ورئيس قسم الفلك والفيزياء الفلكية فى جامعة شيكاغو . وهو أيضا يشغل مناصب فى قسم الفيزياء وفى معهد انريكوفيرمى بشيكاغو ، وعضو الهيئة العلمية بالمعمل القومى لمعجل فيرمى (فيرميلاب) . نال تيرنر درجته لبكالوريوس الفيزياء من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا فى ١٩٧١ ودرجته لدكتوراه الفلسفة فى الفيزياء من جامعة ستانفورد فى ١٩٧٨ . وهو زميل فى الجمعية الأمريكية للفيزياء وفى أكاديمية الفنون والعلوم وعضو فى الأكاديمية القومية للعلوم .

وتيرنر عالم فلك تتركز أبحاثه على اللحظات الأولى لتكوين الكون. وهو واحد من رواد مجال المنهج البينى للعلوم الذى جمع معا علماء الكونيات مع علماء فيزياء الجسيمات الأولية . وتدور أبحاثه الحالية حول سر السبب فى أن تمدد الكون تتزايد سرعته ولا تنخفض ، وحول الطاقة المظلمة

التى تسبب تسارع التمدد . وكنتيجة لحث ليون ليدرمان ودافيد شرام ، أنشأ تيرنر هو و إدوارد و. كولب مجموعة فيرميلاب للفيزياء الفلكية النظرية لمتابعة الصلات العميقة بين علمى الفلك وفيزياء الجسيمات الأولية . وقد كتبت هذه المجموعة ايضا الدراسة المعنونة "الكون المبكر".

تشارلز م. فست : الرئيس الخامس عشر لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا. وقد أنشأ المعهد تحت قيادته الجديد من البرامج والأشكال التنظيمية للإيفاء بما يناسب الاتجاهات البازغة فى البحث والتعليم ، بما فى ذلك صياغة أشكال جديدة من المشاركة مع الصناعات والمعاهد فى أرجاء العالم كله . وهو قائد مرموق فى جذب الانتباه الجماهيرى الأوسع للقضايا المعنية بالتعليم العالى والأبحاث وفى تعزيز السياسة القومية للعلم والهندسة والتعليم . وهو كعضو فى الأكاديمية القومية للهندسة قد عمل بمجلس مستشارى رئيس الولايات المتحدة فى العلم والتكنولوجيا كما أنه نائب رئيس "مجلس القدرة التنافسية" والرئيس السابق مباشرة لجمعية الجامعات الأمريكية.

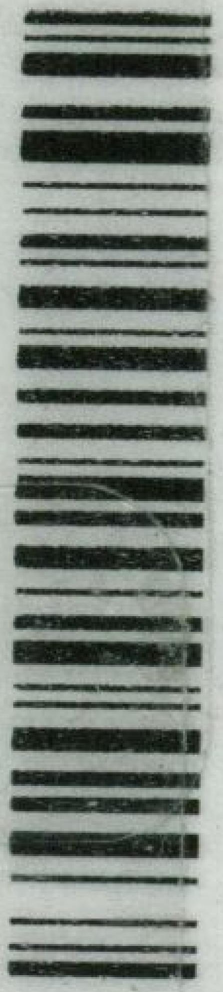


تعلّم العلم

يتناول هذا الكتاب بصفة عامة مشاكل تعليم العلوم الأساسية أي الفيزياء و الكيمياء و البيولوجيا و الرياضة، كما يتناول بصفة خاصة مشاكل تعليم الفيزياء. و هو يبحث بجوهر مناهج تعليم هذه العلوم و أن الهدف منه لا يقتصر على أن يتعلم الطالب هذه العلوم و إنما أن يعرف أيضا كيف يواصل التعلم طوال حياته بالاعتماد على نفسه، و ذلك عندما يتأسس تعلمه للعلم على التساؤل الحر و الشك و البحث و الممارسة العملية، و ليس على التلقين و الحفظ.

يبين الكتاب أيضا وسائل حل مشاكل تعليم العلم ابتداء من الطالب و المدرس نفسه، ثم المدرسة و فصولها و معاملها و أبنيتها، و وصولا إلى دور كبار العلماء حيث ينبغي أن يشاركوا الطلبة و المدرسين في النقاش و الممارسة للعلم و التعلم.

و يتناول الكتاب أيضا مشاكل أخرى مثل انخفاض مستوى التعليم في مدارس الأحياء الفقيرة و المهمشة، و قلة عدد المتعلمين بين فئات معينة مهملة مثل الإناث و المضطهدين لأسباب اقتصادية أو سياسية أو عرقية. و في الكتاب أمثلة كثيرة للخطط و البرامج و المعاهد الحديثة التي أنشئت مؤخرا لعلاج هذه المشاكل و يصلح الكثير منها للتطبيق في البلاد النامية و الراقية معا، مع تقييم لهذه الحلول و ذكر ما فيها من مزايا أو عيوب. و الكتاب لا غنى عنه لأي دولة أو هيئة أو فرد ممن يهتمون حقا بالارتقاء بتعلم العلم.



دار العين للنشر